

Curriculum für das Fach BIOLOGIE der Viktoriaschule Aachen

Stand Oktober 2026

Inhaltsverzeichnis

1. Vorbemerkungen	S. 4
1.1. Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit	S. 4
1.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit	S.5
Sekundarstufel:	
2. Inhaltsfelder der Klassen 5/6	S. 7
3.Schulinterner Lehrplan Klassen 5/6	S. 8
4. Schulinterner Lehrplan Klassen 7	S. 17
5. Schulinterner Lehrplan Klasse 8	S. 21
6. Schulinterner Lehrplan Klasse 9	S. 25
7. Schulinterner Lehrplan Klasse 10	S. 28
8. Lernerfolgsüberprüfung und Leistungsbewertung	S. 32

Sekundarstufe II:

9. Einführungsphase	S. 37
10. Qualifikationsphase – Leistungskurs	S. 54
11. Qualifikationsphase – Grundkurs	S. 110
12. Leistungsbewertung	S. 146

1. Vorbemerkungen:

Die Viktoriaschule ist ein dreizügiges Gymnasium der Evangelischen Kirche im Rheinland, auf der zurzeit ca. 700 Schülerinnen und Schüler ihr Abitur nach 13 Jahren erwerben. Momentan unterrichten hier 64 Kolleginnen und Kollegen. Die Schule zeichnet sich durch ihr evangelisches Profil aus. Sie befindet sich zentrumsnah im Aachener Süden. Die Viktoriaschule nimmt Schülerinnen und Schüler aus Grundschulen aller Stadtgebiete auf.

1.1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit:

Die Viktoriaschule Aachen, Gymnasium der Evangelischen Kirche im Rheinland, liegt im Dreiländereck Niederlande, Belgien, Deutschland am Rande der Eifel und angrenzend an das belgische Venn.

Exkursionen können insbesondere in die nahegelegenen Nadel- und Laubmischwälder, sowie in das deutsche und belgische Venn unternommen werden. Außerdem bieten sich Exkursionen zu den nahegelegenen Bächen und Talsperren sowie in den städtischen Tierpark an.

Das Schulgebäude verfügt über zwei Biologiefachräume mit angrenzenden Vorbereitungsräumen. Es sind ausreichend Schülerarbeitsplätze mit Strom-, Gas- sowie Internetanschluss vorhanden, ebenso wie eine ausreichende Anzahl an mobilen Endgeräten zur Nutzung durch Schüler*innen. Die gut ausgestattete Sammlung ermöglicht einen vielfältigen, an den neusten didaktischen Standards orientierten Biologieunterricht. Es steht außerdem eine umfangreiche Fachbibliothek zur Verfügung. Zudem befinden sich zwei Chemiefachräume auf demselben Flur, auf die ggf. ausgewichen werden kann.

Sekundarstufe I

Die Verteilung der Biologiestunden (60 Minuten) in der Sekundarstufe I sieht wie folgt aus¹:

5	6	7	8	9	10
2 h (ganz-jährig)	2 h (epochal)	2h (epochal)	2 h (epochal)	2 h (epochal)	2h (epochal)

Der Biologieunterricht in der Sekundarstufe I legt die Grundlagen für ein gesundheits- und umweltbewusstes, nachhaltiges Handeln sowohl in individueller als auch in gesellschaftlicher Verantwortung und für lebenslanges Lernen auf dem Gebiet der Biowissenschaften, die von einem rasanten Erkenntniszuwachs geprägt sind. Durch die unmittelbare Begegnung mit Lebewesen und der Natur ermöglicht der Biologieunterricht primäre Naturerfahrungen, die einen wesentlichen Beitrag zur Wertschätzung und Erhaltung der biologischen Vielfalt leisten sowie affektive Haltungen beeinflussen und ästhetisches Empfinden wecken.

1.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit:

Projekte und außerschulische Lernorte:

1. Im Rahmen der Projektwoche verbringen die Schüler*innen der Jahrgangsstufe 6 eine Woche im Wald. Unter Leitung von mind. einem Fachkollegen Biologie erfahren die Schüler*innen den Wald mit allen Sinnen. Den Abschluss dieser Woche bildet eine Präsentation, zu der die Eltern herzlich eingeladen sind.

¹ Aufgrund der in den letzten Jahren wechselnden Stundentafel gibt es derzeit Überschneidungen, was die Verteilung der Inhaltsfelder auf die Jahrgangsstufen in der Sekundarstufe I, insbesondere der Mittelstufe, angeht.

Sexualerziehung in Jahrgangsstufe 5:

2. Im Rahmen der Sexualerziehung findet für die Schülerinnen der Jahrgangsstufe 5 eine Menarcheberatung mit einer Gynäkologin durch.

Weiterhin ist Biologie Teil des in Jahrgangsstufe 5 und 6 durchgeführten ChIBP-Unterrichts, der einstündig stattfindet. Halbjährlich wechselnde Fachschwerpunkte ermöglichen es interessierten Schüler*innen das Spektrum der Naturwissenschaften spielerisch kennenzulernen.

2. Inhaltsfelder in den Klassen 5/6:

Inhaltsfeld I: Vielfalt und Anpassungen von Lebewesen

Die Biologie befasst sich als Naturwissenschaft mit den Lebewesen. Der Vergleich zwischen belebter und unbelebter Natur führt zu den Kennzeichen des Lebendigen. Zudem stehen grundlegende biologische Arbeitsweisen und -techniken im Mittelpunkt. Sie bilden Schritte der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung ab und ermöglichen den Aufbau biologischen Fachwissens. Biologische Erkenntnisse sind auch an technische Errungenschaften gebunden. So führen lichtmikroskopische Untersuchungen zu der Erkenntnis, dass alle Lebewesen zellulär organisiert sind.

Erhalt und nachhaltige Nutzung der biologischen Vielfalt setzen Kenntnisse über das System der Lebewesen und über Anpassungen von Organismen voraus. Naturerkundungen und originale Begegnungen erweitern die Artenkenntnis, zeigen Biodiversität und die Bedeutung des Artenschutzes auf.

Die Auseinandersetzung mit ausgewählten Vertretern verschiedener Taxa findet in diesem Inhaltsfeld auf verschiedenen Ebenen statt. Durch die fachgerechte Beschreibung und Einordnung in das System der Lebewesen wird biologisches Wissen nachhaltig systematisiert.

In der Anpassung von Tieren und Pflanzen an äußere Einflüsse zeigt sich in vielfältiger Weise der Struktur-Funktions-Zusammenhang.

Am Beispiel von Wirbeltierklassen und ausgewählten Samenpflanzen werden morphologische Merkmale und die spezifische Individualentwicklung in den Fokus gerückt. Anhand der Züchtung von Nutztieren aus Wildformen wird ein erstes Verständnis von Vererbung geschaffen und tiergerechte Haltung thematisiert.

Inhaltsfeld II: Mensch und Gesundheit

Fehlernährung, Bewegungsmangel, Stress und Suchtverhalten sind Auslöser für viele Zivilisationserkrankungen. Fundierte Kenntnisse zur Funktionsweise des Organismus ermöglichen Entscheidungen für eine gesunde Lebensweise und fördern die Bereitschaft, Maßnahmen zur Vermeidung von Infektions- und Zivilisationskrankheiten im persönlichen Bereich zu ergreifen. Unter Berücksichtigung eigener Körpererfahrungen wird die Leistungsfähigkeit des menschlichen Körpers auf anatomischer und physiologischer Ebene betrachtet.

Die biologischen Konzepte Atmung und Blutkreislauf sowie Ernährung und Verdauung bilden die Voraussetzung für das Verständnis der komplexen Zusammenhänge im Stoffwechsel des Menschen.

Inhaltsfeld III: Sexualerziehung

Der Beitrag des Faches Biologie zur Sexualerziehung fördert das Verständnis von körperlichen und psychischen Veränderungen in der Pubertät und unterstützt die Persönlichkeitsentwicklung durch die Reflexion der eigenen Rolle und des eigenen Handelns. Leitend sind insgesamt die Erziehung zu

partnerschaftlichem und verantwortungsbewusstem Handeln, zu Respekt vor verschiedenen sexuellen Verhaltensweisen und Orientierungen sowie zum Nein-Sagen-Können in unterschiedlichen Zusammenhängen und Situationen.

Das biologische Fachwissen bildet eine Grundlage für die Übernahme von Verantwortung in einer Partnerschaft und in der Schwangerschaft. Über die menschliche Sexualität hinaus werden allgemeinbiologische Zusammenhänge im Bereich Fortpflanzung und Individualentwicklung deutlich.

Wesentliche Elemente der Sexualerziehung, die in diesem Inhaltsfeld angesprochen werden, aber über das biologische Fachwissen hinausgehen, erfordern in der Umsetzung ein in der Schule abgestimmtes fächerübergreifendes Konzept.

3. Schulinterner Lehrplan: Biologie Sekundarstufe I, Klasse 5/6

Inhaltsfeld 1: Vielfalt und Anpasstheiten von Lebewesen

Inhaltliche und fachlicher Kontext	Schwerpunkte	Beiträge zu den Basiskonzepten	Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...
Sicherheit im Biologieunterricht			
Wie führe ich ein Biologieheft?			M: Heftführung
Naturwissenschaft Biologie - Merkmale von Lebewesen			
Kennzeichen des Lebendigen	System: Unterscheidung Gewebe-Organ-Organismus	Zelle-	- unterscheiden Lebewesen von unbelebten Objekten (UF2, UF3, E1)
Dem Täter auf der Spur	System: Unterscheidung Gewebe-Organ-Organismus	Zelle-	M: - bezeichnen durch den Vergleich verschiedener mikroskopischer Präparate die Zelle als funktionellen Grundbaustein von Organismen (E2, E5)
Die Zelle als kleinste lebensfähige Einheit	Struktur u. Funktion: Bau der Pflanzenzelle und Funktion von Chloroplasten		M: - beschreiben Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen tierischen u. pflanzlichen Zellen - beschreiben die Aufgaben der verschiedenen im Lichtmikroskop

		roskop sichtbaren Bestandteile - zeichnen Zellen nach Vorgaben in ihren Grundstrukturen (E3, E4, E5; K1)
Die Bedeutung der Sonne für das Leben	System: Arbeitsteilung im Organismus Stoff- und Energieumwandlung: Aufbau von Glucose aus Lichtenergie, Wasser und Kohlenstoffdioxid	M: einen Kurzvortrag halten - beschreiben den Prozess der Fotosynthese als Reaktionsschema in Worten - beschreiben die Beziehung zwischen Tier- und Pflanzenarten auf der Ebene der Produzenten und Konsumenten - beschreiben die Bedeutung der Fotosynthese für das Leben auf der Erde (UF1, UF4, E1, E13)
Vielfalt und Anpassungen von Samenpflanzen		
Bau der Samenpflanzen	System; Struktur und Funktion: Grundbauplan und Funktionszusammenhang der Pflanzenorgane	M: arbeiten mit Lupe und Binokular - nennen verschiedene Blütenpflanzen, unterscheiden ihre Grundorgane und nennen deren wesentliche Funktionen - präparieren Blüten nach Vorgaben und stellen ihren Aufbau dar (E2, E4, K1)
Was brauchen Pflanzen zum Wachsen?	Entwicklung: Variabilität, Keimung und Wachstum	M: Versuchsprotokoll - planen ein Experiment nach dem Prinzip der Variablenkontrolle zum Einfluss verschiedener Faktoren auf Keimung und Wachstum, führen es durch und protokollieren es

		- beschreiben die Bedeutung von Licht, Temperatur, Wasser und Mineralsalzen für Pflanzen (E1, E2, E3, E4, E5, E7, K1)
Bestäubung, Befruchtung und Samenbildung (Fortpflanzung und Ausbreitung)	Struktur u. Funktion: Angepasstheit bei Früchten und Samen	M: Erste Modellvorstellungen - beschreiben Organe und Organsysteme als Bestandteile des Organismus und erläutern ihr Zusammenwirken - beschreiben Formen geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Fortpflanzung bei Pflanzen - erklären den Zusammenhang zwischen der Struktur von Früchten und Samen und deren Funktion für die Ausbreitung von Pflanzen anhand einfacher Funktionsmodelle (E6, UF2, UF3)
Was blüht denn da?	Variabilität und Angepasstheit: Artenkenntnis	M: Bestimmungsschlüssel (auch digital) M: Steckbrief erstellen - wenden einen Bestimmungsschlüssel zur Identifizierung heimischer Samenpflanzen sachgerecht an, beschreiben seine algorithmische Struktur und fertigen einen exemplarischen Steckbrief einer zuvor bestimmten Art an (E2, E4, E5, E7)
Vielfalt und Angepasstheiten von Wirbeltieren		
Überblick über die Wirbeltierklassen	Struktur und Funktion: Angepasstheit von Säugetieren und Vögeln an ihren Lebensraum	- vergleichen kriteriengeleitet ausgewählte Vertreter der Wirbeltierklassen und ordnen sie einer Klasse zu - untersuchen vergleichend den Aufbau von Säugetier- und Vogelknochen und deuten wesentliche Eigenschaften an-

	System: Systematik	hand der Ergebnisse funktional (E3, E4, E5)
Tiere in extremen Lebensräumen	Struktur und Funktion: Angepasstheit von Säugetieren und Vögeln an ihren Lebensraum Entwicklung: Individualentwicklung	M: eine digitale Präsentation erstellen - erklären die Angepasstheit ausgewählter Säugetiere und Vögel an ihren Lebensraum hinsichtlich exemplarischer Aspekte (UF1, UF4)
Hund und Wolf (Züchtung Haustier/Nutztier)	Struktur und Funktion: Angepasstheit von Säugetieren	M: Sachtexte verstehen (FÜU: Deutsch) M: Rollenspiel - beschreiben Vorgänge der Kommunikation zwischen Lebewesen an einem Beispiel - erklären Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen Wild- und Nutztieren durch gezielte Züchtung und führen dies auf Vererbung zurück - beschreiben verschiedene Formen der Nutztierhaltung und erörtern diese im Hinblick auf ausgewählte Kriterien (UF2, UF4, B1, B2) - erarbeiten unterschiedliche Positionen zur Einwanderung von Wölfen und stellen diese in einem Rollenspiel dar (B1, B2, B3, B4)

Inhaltsfeld 2: Mensch und Gesundheit

Inhaltliche Schwerpunkte und fachlicher Kontext	Beiträge zu den Basiskonzepten	Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...
Bau und Leistung des menschlichen Körpers an ausgewählten Organsystemen im Kontext einer gesunden Lebensführung		
Atmung und Blutkreislauf	Struktur und Funktion: Oberflächenvergrößerung der Lunge, Steuerung und Regelung: Pulsfrequenz bei körperlicher Anstrengung Stoff- und Energieumwandlung: Transport der Atemgase	M: Messwerte erfassen - beschreiben und erklären den menschlichen Blutkreislauf und die Atmung sowie deren Bedeutung für den Gas-, Nährstoff- und Wärmetransport durch den Körper (UF1, UF4) - beschreiben Organe als Bestandteile des Organismus und erläutern ihr Zusammenwirken (UF1) - erläutern am Beispiel der Lunge das Prinzip der Oberflächenvergrößerung und seine Bedeutung für den Stoffaustausch (UF4) - erklären die Funktion der Atemmuskulatur zum Aufbau von Druckunterschieden an einem Modell (E6) - erklären die Funktionsweise des Herzens an einem einfachen Modell und erläutern das Konzept des Blutkreislaufs an einem Schema (E6) - erheben Daten in einem quantitativen Experiment zur Abhängigkeit der Herzschlag- oder Atemfrequenz von der Intensität körperlicher Anstrengung, stellen diese dar und werten sie aus

		(E1, E2, E3, E4, E5, K1)
Zusammensetzung und Aufgaben des Blutes	Struktur und Funktion: Form der Erythrocyten Stoff- und Energieumwandlung: Austausch der Atemgase	M: Diagramme auswerten - untersuchen Blut mikroskopisch (Fertigpräparate) und beschreiben seine heterogene Zusammensetzung (E4, E5, UF1) - erläutern Blut als Transportmittel für Nährstoffe und Atemgase sowie die Bedeutung des Transportes und die damit zusammenhängenden Stoffwechselvorgänge (UF1, UF2)
Aufbau und Funktion des menschlichen Skeletts	System: Arbeitsteilung im Organismus, Struktur und Funktion: Gegenspielerprinzip	M: Modellkritik - beschreiben Aufbau und Funktion des menschlichen Skeletts (UF1) - erklären Vor- und Nachteile verschiedener Skelettmodelle (B2) - erläutern das Grundprinzip des Zusammenwirkens von Skelett und Muskulatur bei Bewegung (UF1) - vergleichen das Skelett des Menschen mit dem anderer Wirbeltiere (UF3, UF4)
Ernährung und Verdauung/ Gesundheitsbewusste Ernährung	System: Systemebenen Stoff- und Energieumwandlung: Arbeitsteilung im Organismus Struktur und Funktion: Bau des Verdauungstraktes	M: Versuche durchführen und protokollieren Projekt: Gesundes Frühstück - stellen einen Zusammenhang zwischen Nahrungsaufnahme, Energiebedarf und Belastung des Körpers her (UF4) - beschreiben den Weg der Nahrung bei der Verdauung und nennen die daran beteiligten Organe

		(UF1) - beschreiben die Wirkungsweise von Verdauungsenzymen mithilfe einfacher Modellvorstellungen (E6) - erläutern am Beispiel des Dünndarms das Prinzip der Oberflächenvergrößerung und seine Bedeutung für den Stoffaustausch (UF4) - beschreiben die Bedeutung von Nährstoffen, Mineralsalzen, Vitaminen, Wasser und Ballaststoffen für eine ausgewogene Ernährung (UF1) - beschreiben die Bedeutung einer vielfältigen und ausgewogenen Ernährung und körperlicher Bewegung - führen einfache Nährstoffnachweise nach Vorgaben durch und dokumentieren die Ergebnisse (E1, E2, E3, E4, E5, K1) - beurteilen Lebensmittel anhand ausgewählter Qualitätsmerkmale (B1, B2) - entwickeln Empfehlungen zur Gesunderhaltung des Körpers und zur Suchtprophylaxe unter Verwendung von biologischem Wissen (B3, B4, K4)
Umgang mit Drogen (Alkohol und Tabak)	Stoff- und Energieumwandlung: physiologische Folgen der Sucht,	M: Umfrage, Rollenspiel - erläutern die Folgen des Tabakkonsums für den Organismus (UF1, UF2, K4) - entwickeln Empfehlungen zur Gesunderhaltung des Körpers und zur Suchtprophylaxe unter Verwendung von biologischem Wissen (B3, B4, K4)

Inhaltsfeld 3: Sexualerziehung

Inhaltliche und fachlicher Kontext	Schwerpunkte	Beiträge zu den Basiskonzepten	Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...
Wer bin ich, wer bist du? - Körperliche und psychische Veränderungen in der Pubertät		Entwicklung: Individualentwicklung des Menschen im Hinblick auf die Geschlechtsreife, sexuelle Fortpflanzung und Variabilität bei der Merkmalsausprägung in der Pubertät	- erläutern körperliche und psychische Veränderungen in der Pubertät (UF1, UF2) - reflektieren den Sprachgebrauch im Bereich der Sexualität kritisch und drücken sich situationsangemessen, respektvoll und geschlechtersensibel aus (B2, B3)
Bau und Funktion der Geschlechtsorgane		Struktur und Funktion: Anpassung des menschlichen Körpers an die Reproduktionsfunktion	- erläutern Bau und Funktion der menschlichen Geschlechtsorgane (UF1)
Der weibliche Zyklus		Steuerung und Regelung des weiblichen Zyklus durch Hormone	- erklären den weiblichen Zyklus in Grundzügen (UF1, UF4)
Körperpflege und Hygiene			- kennen Maßnahmen zur Körperhygiene (UF1)
Ein Kind entsteht - Geschlechtsverkehr, Empfängnisverhütung, Befruchtung und Schwangerschaft		Reproduktion und Vererbung: Fortpflanzung des Menschen System: Systemebenen Zelle-Organ-Organismus bei der Keimesentwicklung Entwicklung: Wachstum durch Teilung und Größenzunahme von Zellen	- beschreiben Methoden der Empfängnisverhütung für eine verantwortungsvolle Lebensplanung (UF1) - vergleichen Eizelle und Spermium und beschreiben den Vorgang der Befruchtung (UF1, UF2) - beschreiben Schwangerschaft und Geburt und begründen Maßnahmen zur Vermeidung von Gesundheitsrisiken für Embryo und Fötus (UF1, UF2, B3) - beschreiben anhand geeigneten Bildmaterials die Entwicklung eines Embryos bzw. Fötus und erklären das Wachstum mit der Vermehrung von Zellen (E1, E2, E5, UF4)

4. Schulinterner Lehrplan: Biologie Sekundarstufe I, Klasse 7

Inhaltsfeld 4: Ökologie und Naturschutz

Fachlicher Kontext Inhaltsfeld	Beiträge zu den Basiskonzepten	Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...
Sicherheit im Biologieunterricht: Verhalten im Gefahrenfall		
Regeln der Natur – Energiefluss und Stoffkreisläufe		
Erkunden eines Ökosystems und Artenkenntnis	Stoff- und Energieumwandlung	→ Kurzexkursion (Untersuchung Laubstreu) M: Anlegen eines Herbariums M: mikroskopieren (E2, E4) - beschreiben die für ein Ökosystem charakteristischen Arten und erklären deren Bedeutung für das Gesamtgefüge (E2, E4) - erklären die Koexistenz verschiedener Arten mit ihren unterschiedlichen Ansprüchen an die Umwelt (UF 2, UF 4) - beschreiben Biotop und Biozönose und erläu-

		tern die räumliche Gliederung und Veränderung im Jahresverlauf (UF1, UF3, K1) - erklären die Bedeutung ausgewählter abiotischer Umweltfaktoren (Feuchte, Wärme, Licht) (E1, E3, E4, E5)
Nahrungsbeziehungen	Steuerung und Regelung, Stoff- und Energieumwandlung	M: Mind Map - beschreiben Nahrungskette, -netz, (incl. Räuber-Beute-Beziehung) (UF3, UF4, E6, K1) - erklären die Wechselwirkung zwischen Produzenten, Konsumenten und Destruenten und erläutern ihre Bedeutung im Ökosystem (UF3, UF4, E6, K1) - beschreiben den Kreislauf der Stoffe und den Energiefluss (UF3, UF4, E6, K1)
Stoffkreisläufe im Wald	Struktur und Funktion, Stoff- und Energieumwandlung	- Nennen wesentliche Merkmale im äußeren Körperbau ausgewählter Wirbellosen-Taxa und ordnen diesen Tiergruppen konkrete Vertreter begründet zu (UF3) - überprüfen die Bedeutung von abiotischen Faktoren für die Habitatpräferenz von Wirbellosen experimentell (E1, E3, E4, E5) - unterscheiden Pilze von Tieren und Pflanzen und erklären an ausgewählten Beispielen ihre

		Rolle im Ökosystem (UF2, UF3) - identifizieren und erläutern Parasitismus und Symbiose in ausgewählten Beispielen (UF1, UF2)
Fotosynthese / Zellatmung	Stoff- und Energieumwandlung	M: mikroskopieren M: Versuche zur Fotosynthese und zur Atmung - beschreiben das Prinzip der Fotosynthese als Prozess der Energieumwandlung von Lichtenergie in chemisch gebundene Energie (UF1, UF4) - beschreiben das Grundprinzip der Fotosynthese und stellen sie als Energiebereitstellungsprozess dem Grundprinzip der Zellatmung gegenüber (UF1, UF4) - beschreiben verschieden differenzierte Zellen von Pflanzen und deren Funktion innerhalb von Pflanzenorganen (z.B. Blatt) - erklären historische Experimente zur Fotosynthese in Bezug auf zugrunde liegende Hypothesen und werten sie hinsichtlich Stoff- und Energieflüssen aus (E3, E5, E7, UF3) - beschreiben den Kohlenstoffkreislauf (UF1)
Der Treibhauseffekt – die Biosphäre verändert sich	Steuerung und Regelung, Evolutionäre Entwicklung und Verwandtschaft	- beschreiben den Treibhauseffekt, die bisher bekannten Ursachen und Auswirkungen (UF 2) - beschreiben die langfristigen Veränderungen

		(Sukzession) von Ökosystemen (UF1, UF4) - erläutern die Eingriffe des Menschen ins Ökosystem (UF1, UF4) - bewerten die Eingriffe des Menschen in die Lebensräume Wirbelloser am Beispiel der Insekten (B1, B2)
Umwelt- und Naturschutz	Steuerung und Regelung, Evolutionäre Entwicklung und Verwandtschaft	- bewerten die Umgestaltung der Landschaft durch menschliche Eingriffe unter ökonomischen und ökologischen Aspekten (B2, B3, K4) - erläutern die Bedeutung des Biotopschutzes für den Artenschutz und den Erhalt der biologischen Vielfalt (B1, B4, K4) - entwickeln Handlungsoptionen im Sinne des Naturschutzes und der Nachhaltigkeit (B2, B3, K4) -begründen die Notwendigkeit von Naturschutz auch ethisch (B4)

5. Schulinterner Lehrplan: Biologie Sekundarstufe I, Klasse 8

Inhaltsfeld 5: Evolution

Inhaltliche und fachlicher Kontext	Schwerpunkte	Beiträge zu den Basiskonzepten	Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...
Sicherheit im Biologieunterricht			
Vielfalt und Veränderung – Eine Reise durch die Erdgeschichte			
Grundzüge der Evolutionstheorie: Variabilität, natürliche Selektion, Fortpflanzungserfolg	System: Systemebenen Organismus – Population - Art Struktur u. Funktion: Angepasstheiten und abgestufte Ähnlichkeit als Folge von Evolutionsprozessen Entwicklung: Variabilität als Voraussetzung für Selektion und Evolution	- können die wesentlichen Gedanken der Darwin'schen Evolutionstheorie zusammenfassend darstellen (UF1, UF2, UF3) - können die naturwissenschaftliche Position der Evolutionstheorie von nichtnaturwissenschaftlichen Vorstellungen zur Entwicklung von Lebewesen abgrenzen (B1, B2, B4, E7, K4) - können Angepasstheit vor dem Hintergrund der Selektionstheorie und der Vererbung von Merkmalen erklären (UF2, UF4) - können den Artenwandel durch natürliche Selektion mit Artenwandel durch Züchtung vergleichen (UF3)	

		- können den Zusammenhang zwischen der Angepasstheit von Lebewesen an einen Lebensraum und ihren Fortpflanzungserfolg an einem gegenwärtig beobachtbaren Beispiel erklären (E1, E2, E5, UF2)
Entwicklung des Lebens auf der Erde: zeitliche Dimension der Erdzeitalter, Leitfossilien, natürliches System der Lebewesen, biologischer Artbegriff, Evolution der Landwirbeltiere	System: Systemebenen Organismus – Population - Art Struktur u. Funktion: Angepasstheiten und abgestufte Ähnlichkeit als Folge von Evolutionsprozessen Entwicklung: Variabilität als Voraussetzung für Selektion und Evolution	- können Artenwandel durch natürliche Selektion mit Artenwandel durch Züchtung vergleichen (UF3) - können die Eignung von Züchtung als Analogmodell für den Artenwandel durch natürliche Selektion beurteilen (E6) - können den biologischen Artbegriff anwenden (UF2) - können den möglichen Zusammenhang zwischen abgestufter Ähnlichkeit von Lebewesen und ihrer Verwandtschaft erklären (UF3, UF4) - können Fossilienfunde auswerten und ihre Bedeutung für die Evolutionsforschung erklären (E2, E5, UF5) - können anhand von anatomischen Merkmalen Hypothesen zur stammesgeschichtlichen Verwandtschaft ausgewählter Wirbeltiere rekonstruieren und begründen (E2, E5, K1)
Evolution des Menschen: Merkmalsänderungen im Verlauf der Hominidenevolution	System: Systemebenen Organismus – Population - Art Struktur u. Funktion: Angepasstheiten und abgestufte Ähnlichkeit als Folge von Evolutionsprozessen Entwicklung: Variabilität als Voraus-	- können den möglichen Zusammenhang zwischen abgestufter Ähnlichkeit von Lebewesen und ihrer Verwandtschaft erklären (UF3, UF4) - können eine Stammbaumhypothese zur Evolution des Menschen anhand ausgewählter Fossilienfunden rekonstruieren und begründen (E1, E2, E5, UF2)

	setzung für Selektion und Evolution	Exkursion (fakultativ): Zoo, Neanderthalmuseum Projekt (verbindlich): Gruppenarbeit zur Evolution ausgewählter Wirbeltiere bzw. des Menschen mit anschließender Präsentation M: Bildschirmpräsentation
--	-------------------------------------	---

Inhaltsfeld 7: Mensch und Gesundheit

Inhaltliche und fachlicher Kontext	Schwerpunkte	Beiträge zu den Basiskonzepten	Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...
Kommunikation und Regulation			
Neurobiologie: Reiz-Reaktions-Schema, einfache Modellvorstellungen zu Neuron und Synapse, Auswirkungen von Drogenkonsum, Reaktion des Körpers auf Stress	System: Nervenzelle Struktur und Funktion: Schlüssel-Schloss-Modell bei Neurotransmittern	- können die Unterschiede zwischen Reiz und Erregung sowie zwischen bewusster Reaktion und Reflexen beschreiben (UF1, UF3) - können den Vorgang der Informationsübertragung an chemischen Synapsen anhand eines einfachen Modells beschreiben (UF1, E6) - können von Suchtmitteln ausgehende physische und psy-	

		chische Veränderungen beschreiben und Folgen des Konsums für die Gesundheit beurteilen (UF1, B1) - können die Wahrnehmung eines Reizes experimentell erfassen (E4, E5)
--	--	--

6. Schulinterner Lehrplan: Biologie Sekundarstufe I, Klasse 9

Inhaltsfeld 7: Mensch und Gesundheit

Inhaltliche und fachlicher Kontext	Schwerpunkte	Beiträge zu den Basiskonzepten	Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...
Sicherheit im Biologieunterricht			
Sexualerziehung			
Hormonelle Steuerung des Zyklus, Verhütung, Schwangerschaftsabbruch, Umgang mit der eigenen Sexualität	System: Hormonelle Regulation Entwicklung: Embryonalentwicklung des Menschen, Variabilität in Hinblick auf die Ausprägung sexueller Orientierung	- können den weiblichen Zyklus unter Verwendung von Daten zu körperlichen Parametern in den wesentlichen Grundzügen erläutern (UF2, E5) - können die wesentlichen Stadien der Entwicklung von Merkmalen und Fähigkeiten eines Ungeborenen beschreiben (UF1, UF3) - können über die Reproduktionsfunktion hinausgehende Aspekte menschlicher Sexualität beschreiben (UF1) - können die Datenerhebung zur Sicherheit von Verhütungsmitteln am Beispiel des Pearl-Index erläutern und auf dieser Grundlage die Aussagen zur Sicherheit kritisch reflektieren (E5, E7, B1) - können die Übernahme von Verantwortung für sich selbst	

und andere in Hinblick auf sexuelles Verhalten an Fallbeispielen diskutieren (B4, K4)

- können bei Aussagen zu unterschiedlichen Formen sexueller Orientierung und geschlechtlicher Identität Sachinformationen von Wertungen unterscheiden (B1)

- können Verhütungsmethoden und die „Pille danach“ kriteriengeleitet vergleichen und Handlungsoptionen für verschiedene Lebenssituationen begründet auswählen (B2, B3)

- können kontroverse Positionen zum Schwangerschaftsabbruch unter Berücksichtigung ethischer Maßstäbe und gesetzlicher Regelungen gegeneinander abwägen (B1, B2)

Projekt: geschlechtsgetrennte Beratung durch Gynäkologin/Urologe

Projekt: Mit Sicherheit verliebt (Verhütungsberatung durch Medizinstudenten)

Projekt: SCHLAU (Bildung und Antidiskriminierung zu sexueller Orientierung und geschlechtlicher Vielfalt)

Inhaltsfeld 7: Mensch und Gesundheit

Inhaltliche und fachlicher Kontext	Schwerpunkte	Beiträge zu den Basiskonzepten	Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...
Hormonelle Regulation			
Hormonelle Blutzuckerregulation und Diabetes	System: Mechanismen der Regulation Struktur und Funktion: Schlüssel-Schloss-Modell bei Hormonen, Gegenspielerprinzip bei Hormonen	- können die Bedeutung der Glucose für den Energiehaushalt der Zelle erläutern (UF1, UF4) - können am Beispiel des Blutzuckergehalts die Bedeutung der Regulation durch negatives Feedback und durch antagonistisch wirkende Hormone erläutern (UF1, UF4, E6) - können Ursachen und Auswirkungen von Diabetes mellitus I und II datenbasiert miteinander vergleichen sowie geeignete Therapieansätze ableiten (UF1, UF2, E5) - können das Schlüssel-Schloss-Modell zur Erklärung des Wirkmechanismus von Hormonen anwenden (E6) - können Handlungsoptionen zur Vorbeugung von Diabetes Typ II entwickeln (B2) - können die Informationsübertragung im Nervensystem mit der Informationsübertragung durch Hormone vergleichen (UF2, UF4)	

Inhaltsfeld 7: Mensch und Gesundheit

Inhaltliche und fachlicher Kontext	Schwerpunkte	Beiträge zu den Basiskonzepten	Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...
Immunbiologie			
Virale und bakterielle Infektionskrankheiten, Bau der Bakterienzelle, Aufbau von Viren, Unspezifische und spezifische Immunreaktion, Allergien, Impfungen, Einsatz von Antibiotika, Organtransplantation	System: Zelle Struktur und Funktion: Schlüssel-Schloss-Modell bei der Immunantwort, Spezialisierung von Zellen Entwicklung: Individuelle Entwicklung des Immunsystems	- können den Bau und die Vermehrung von Bakterien und Viren beschreiben (UF1) - können das Zusammenwirken des unspezifischen und spezifischen Immunsystems an einem Beispiel erklären (UF4) - können die Immunantwort auf körperfremde Gewebe und Organe anwenden (UF2) - können den Unterschied zwischen aktiver und passiver Immunisierung erklären (UF3) - können die allergische Reaktion mit der Immunantwort vergleichen (UF2, E2) - können die Bedeutung hygienischer Maßnahmen zur Vermeidung von Infektionskrankheiten erläutern (UF1) - können das experimentelle Vorgehen bei historischen Versuchen zur Bekämpfung von Infektionskrankheiten erläutern und die Ergebnisse interpretieren (E1, E3, E5, E7) - können Experimente zur Wirkung von hygienischen Maßnahmen auf das Wachstum von Mikroorganismen auswer-	

		ten (E1, E5) - können die Positionen zum Thema Impfung recherchieren, auswerten, Strategien und Absichten erkennen und unter Berücksichtigung der Empfehlungen der Ständigen Impfkommision kritisch reflektieren (B1, B2, B3, B4, K2, K4) - können den Einsatz von Antibiotika in Hinblick auf die Entstehung von Resistenzen beurteilen (B1, B3, B4, K4)
--	--	---

7. Schulinterner Lehrplan: Biologie Sekundarstufe I, Klasse 10

Inhaltsfeld 6: Genetik

Inhaltliche und fachlicher Kontext	Schwerpunkte	Beiträge zu den Basiskonzepten	Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...
Sicherheit im Biologieunterricht			
Vom Gen zum Merkmal			
Cytogenetik: DNA, Chromosomen, Zellzyklus,	System: Zusammenwirken des Sys-	- können den Zellzyklus auf der Ebene der Chromosomen	

Mitose und Zellteilung, Meiose und Befruchtung, Karyogramm, artspezifischer Chromosomensatz des Menschen, Genommutation, Pränataldiagnostik	temebenen bei der Merkmalsausprägung Struktur und Funktion: Schlüssel-Schloss-Modell bei Proteinen, Transport- und Arbeitsform bei Chromosomen Entwicklung: Wachstum durch Teilung und Größenzunahme von Zellen, Neukombination von Erbanlagen durch sexuelle Fortpflanzung, Keimbahn	vereinfacht beschreiben und seine Bedeutung für den vielzelligen Organismus erläutern (UF1, UF4) - können das Prinzip der Meiose und die Bedeutung dieses Prozesses für die Fortpflanzung und Variabilität erklären (UF1, UF4) - können Ursachen und Auswirkungen einer Genommutation am Beispiel der Trisomie 21 beschreiben (UF1, UF2) - können das grundlegende Prinzip der Proteinbiosynthese beschreiben und die Bedeutung von Proteinen bei der Merkmalsausprägung anhand ihrer funktionellen Vielfalt darstellen (UF1, E6) - können mithilfe von Chromosomenmodellen eine Vorhersage über den grundlegenden Ablauf der Mitose treffen (E3, E6) - können Karyogramme des Menschen sachgerecht analysieren sowie Abweichungen des Chromosomensatzes im Karyogramm ermitteln (E5, UF1, UF2) - können die Rekombinationswahrscheinlichkeiten von Allelen modellhaft darstellen (E6, K1) - können Möglichkeiten und Grenzen der Pränataldiagnostik für ausgewählte Methoden benennen und kritisch reflektieren (B1, B2, B3, B4)
--	--	--

Regeln der Vererbung		
Gen- und Allelbegriff, Familienstammbäume	System: Zusammenwirken des Systems auf verschiedenen Ebenen bei der Merkmalsausprägung Struktur und Funktion: Schlüssel-Schloss-Modell bei Proteinen, Transport- und Arbeitsform bei Chromosomen Entwicklung: Neukombination von Erbanlagen durch sexuelle Fortpflanzung	- können Gesetzmäßigkeiten der Vererbung auf einfache Beispiele anwenden (UF2) - können Familienstammbäume mit eindeutigem Erbgang analysieren (UF2, UF4, E5, K1)

8. Lernerfolgsüberprüfung und Leistungsbewertung

Die rechtlich verbindlichen Grundsätze der Leistungsbewertung sind im Schulgesetz (§ 48 SchulG) sowie in der Ausbildungs- und Prüfungsordnung für die Sekundarstufe I (§ 6 APO-SI) dargestellt. Demgemäß sind bei der Leistungsbewertung von Schülerinnen und Schülern im Fach Biologie erbrachte Leistungen im Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht“ zu berücksichtigen. Die Leistungsbewertung insgesamt bezieht sich auf die im Zusammenhang mit dem Unterricht erworbenen Kompetenzen und setzt voraus, dass die Schülerinnen und Schüler hinreichend Gelegenheit hatten, die ausgewiesenen Kompetenzen zu erwerben. Erfolgreiches Lernen ist kumulativ. Dies erfordert, dass Unterricht und Lernerfolgsüberprüfungen darauf ausgerichtet sein müssen, Schülerinnen und Schülern Gelegenheit zu geben, Kompetenzen wiederholt und in wechselnden Zusammenhängen unter Beweis zu stellen. Für Lehrerinnen und Lehrer sind die Ergebnisse der Lernerfolgsüberprüfungen Anlass, die Zielsetzungen und die Methoden ihres Unterrichts zu überprüfen und ggf. zu modifizieren. Für die Schülerinnen und Schüler sollen ein den Lern-

prozess begleitendes Feedback sowie Rückmeldungen zu den erreichten Lernständen eine Hilfe für die Selbsteinschätzung sowie eine Ermutigung für das weitere Lernen darstellen. Dies kann auch in Phasen des Unterrichts erfolgen, in denen keine Leistungsbeurteilung durchgeführt wird. Die Beurteilung von Leistungen soll ebenfalls grundsätzlich mit der Diagnose des erreichten Lernstandes und Hinweisen zum individuellen Lernfortschritt verknüpft sein. Die Leistungsbewertung ist so anzulegen, dass sie den in den Fachkonferenzen gemäß Schulgesetz (§ 70 Abs. 4 SchulG) beschlossenen Grundsätzen entspricht, dass die Kriterien für die Notengebung den Schülerinnen und Schülern transparent sind und die Korrekturen sowie die Kommentierungen den Lernenden auch Erkenntnisse über die individuelle Lernentwicklung ermöglichen. Dazu gehören – neben der Etablierung eines angemessenen Umgangs mit eigenen Stärken, Entwicklungsnotwendigkeiten und Fehlern – insbesondere auch Hinweise zu individuell Erfolg versprechenden allgemeinen und fachmethodischen Lernstrategien. Im Sinne der Orientierung an den zuvor formulierten Anforderungen sind grundsätzlich alle in Kapitel 1.2 des Kernlehrplans ausgewiesenen Kompetenzbereiche bei der Leistungsbewertung angemessen zu berücksichtigen. Überprüfungsformen schriftlicher, mündlicher und praktischer Art sollen deshalb darauf ausgerichtet sein, die Erreichung der dort aufgeführten Kompetenzerwartungen zu überprüfen. Ein isoliertes, lediglich auf Reproduktion angelegtes Abfragen einzelner Daten und Sachverhalte allein kann dabei den zuvor formulierten Ansprüchen an die Leistungsfeststellung nicht gerecht werden. Durch die zunehmende Komplexität der Lernerfolgsüberprüfungen im Verlauf der Sekundarstufe I werden die Schülerinnen und Schüler auf die Anforderungen der nachfolgenden schulischen und beruflichen Ausbildung vorbereitet.

Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht“

Der Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht“ erfasst die im Unterrichtsgeschehen durch mündliche, schriftliche und praktische Beiträge erkennbare Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler. Bei der Bewertung berücksichtigt werden die Qualität, die Quantität und die Kontinuität der Beiträge. Die Kompetenzentwicklung im Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht“ wird sowohl durch kontinuierliche Beobachtung während des Schuljahres (Prozess der Kompetenzentwicklung) als auch durch punktuelle Überprüfungen (Stand der Kompetenzentwicklung) festgestellt. Bei der Bewertung von Leistungen, die die Schülerinnen und Schüler im Rahmen von Partner- oder Gruppenarbeiten erbringen, kann der individuelle Beitrag zum Ergebnis der Partner- bzw. Gruppenarbeit einbezogen werden. Zum Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht“ – ggf. auch auf der Grundlage der außerschulischen Vor- und Nachbereitung von Unterricht – zählen u.a. unterschiedliche Formen der selbstständigen und kooperativen Aufgabenerfüllung, mündliche, praktische und schriftliche Beiträge zum Unterricht, von der Lehrkraft abgerufene Leistungsnachweise wie z.B. die schriftliche Übung, von der Schülerin oder dem Schüler vorbereitete, in abgeschlossener Form eingebrachte Elemente zur Unterrichtsarbeit, die z.B. in Form von Präsentationen, Protokollen, Referaten und Portfolios möglich werden.

Mögliche Überprüfungsformen

Die Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans ermöglichen eine Vielzahl von Überprüfungsformen. Im Verlauf der Sekundarstufe I soll ein möglichst breites Spektrum der im Folgenden aufgeführten Überprüfungsformen in schriftlichen, mündlichen oder praktischen Kontexten zum Einsatz gebracht werden. Darüber hinaus können weitere Überprüfungsformen nach Entscheidung der Lehrkraft eingesetzt werden.

Darstellungsaufgaben:

- Beschreibung und Erläuterung eines biologischen Phänomens, Konzepts oder Sachverhalts
- Darstellung von Daten bzw. Messwerten in Tabellen, Grafiken und Diagrammen
- Beschreibung und Erläuterung von Tabellen, Grafiken und Diagrammen
- zusammenfassende Darstellung eines komplexen biologischen Zusammenhangs (z.B. Lernplakat, Concept-Map)

Experimentelle Aufgaben:

- Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten und Untersuchungen
- Aufstellen und Überprüfen von Vermutungen und Hypothesen

Beobachtungsaufgaben:

- kriteriengeleitetes Beobachten von biologischen Phänomenen, Strukturen und Vorgängen Aufgaben zur Arbeit mit Modellen
- Erklärung eines Zusammenhangs oder Überprüfung einer Aussage mit einem Modell
- Anwendung eines Modells auf einen konkreten Sachverhalt
- Übertragung eines Modells auf einen anderen Zusammenhang
- Aufzeigen der Vorzüge und Grenzen eines Modells

Rechercheaufgaben:

- Erarbeitung von biologischen Sachverhalten aus Texten und verschiedenen analogen und digitalen Darstellungen
- Analyse, Vergleich und Strukturierung recherchierter Informationen

Analyseaufgaben:

- kriteriengeleiteter Vergleich
- Auswertung von Daten bzw. Messwerten zur Generierung von Hypothesen/Modellen (z.B. Stammbaumanalyse)
- Auswertung und Evaluation von experimentell gewonnen Daten
- Prüfung und Interpretation von Ergebnissen und Daten im Hinblick auf Trends und Gesetzmäßigkeiten

Dokumentationsaufgaben:

- Protokollieren von Untersuchungen und Experimenten
- Anfertigung von Zeichnungen
- Anfertigung eines Herbariums
- Dokumentation von Projekten
- Portfolio

Präsentationsaufgaben:

- Kurzvortrag, Referat
- Posterpräsentation

- Vorführung/Demonstration eines Experimentes
- Erstellung eines Medienbeitrags (z.B. Erklärfilm)
- simulierte Diskussion (z.B. Podiumsdiskussion)

Bewertungsaufgaben:

- Identifizierung biologisch relevanter Fakten
- Stellungnahme zu umstrittenen Sachverhalten und Medienbeiträgen
- Abwägen zwischen alternativen Lösungswegen bzw. Handlungsoptionen
- Argumentation und Entscheidungsfindung in Konflikt- bzw. Dilemmasituationen

Sekundarstufe II

9. Einführungsphase

UV Z1: Aufbau und Funktion der Zelle Inhaltsfeld 1: Zellbiologie Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden à 45 Minuten			Fachschaftsinterne Absprachen • Lichtmikroskopie, Präparation und wissenschaftliche Zeichnungen werden praktisch durchgeführt
Inhaltliche Schwerpunkte: Aufbau der Zelle, Fachliche Verfahren: Mikroskopie Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) • Informationen erschließen (K) • Informationen aufbereiten (K)			Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: • Kompartimentierung der eukaryotischen Zelle Individuelle und evolutive Entwicklung: • Zelldifferenzierung bei der Bildung von Geweben
• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• Mikroskopie • prokaryotische Zelle • eukaryotische Zelle	• vergleichen den Aufbau von prokaryotischen und eukaryotischen Zellen (S1, S2, K1, K2, K9). • begründen den Einsatz unterschiedlicher mikroskopischer Techniken für verschiedene Anwendungsgebiete (S2, E2, E9, E16, K6).	Welche Strukturen können bei prokaryotischen und eukaryotischen Zellen mithilfe verschiedener mikroskopischer Techniken sichtbar gemacht werden? (ca. 6 Ustd.)	<i>Kontext:</i> Vergleich eines probiotischen Getränks und des Bodensatzes von Hefeweizen <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Aktivierung von Vorwissen aus der → Sek I: Pflanzenzelle, Tierzelle, Bakterienzelle • Vergleich der Zellgrößen durch Mikroskopieren verschiedener Präparate von Prokaryoten und Eukaryoten mit dem Lichtmikroskop (S1) • Recherche in analogen sowie digitalen Medien etwa zu Zellgrößen bei Bakterien, Einzellern und anderen eukaryotischen Zellen (K1, K2) • Vergleich des Grundbauplans von pro- und eukaryotischen Zellen unter Berücksichtigung der Kompartimentierung (Basiskonzept Struktur und Funktion) (S2) • Erläuterung des Verfahrens der Lichtmikroskopie und Begründung der Grenzen lichtmikroskopischer Auflösung (K6) • Ableitung der Unterschiede zwischen Licht- und Fluoreszenzmikroskopie sowie Elektronenmikroskopie in Bezug auf technische Entwicklung, Art des eingesetzten Präparates, erreichte Vergrößerung und Begründung der unterschiedlichen Einsatzgebiete in der Zellbiologie (E2, E9, K9) • Reflexion der Wissensproduktion zum Beispiel unter Berücksichtigung möglicher Artefakte bei der Elektronenmikroskopie (E16) <i>Kontext:</i> „System Zelle“ – Die Zelle als kleinste lebensfähige Einheit [1] <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Aktivierung von Vorwissen aus der → Sek I: Kennzeichen des Lebendigen • Erläuterung von Aufbau und Funktion von verschiedenen Zellbestandteilen pflanzlicher und tierischer Zellen anhand von Modellen und elektronenmikroskopischen Aufnahmen (S2, K10) • Erklärung des Zusammenwirkens von Organellen, die am Membranfluss beteiligt sind (K5) • Vergleich des Aufbaus von Mitochondrien und Chloroplasten und Ableitung der jeweiligen Kompartimente (S2) • Erläuterung der Bedeutung der Kompartimentierung der eukaryotischen Zelle
• eukaryotische Zelle: Zusammenwirken von Zellbestandteilen, Kompartimentierung, Endosymbiontentheorie	• erklären Bau und Zusammenwirken der Zellbestandteile eukaryotischer Zellen und erläutern die Bedeutung der Kompartimentierung (S2, S5, K5, K10).	Wie ermöglicht das Zusammenwirken der einzelnen Zellbestandteile die Lebensvorgänge in einer Zelle? (ca. 6 Ustd.)	

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• Vielzeller: Zelldifferenzierung und Arbeitsteilung • Mikroskopie	• erläutern theoriegeleitet den prokaryotischen Ursprung von Mitochondrien und Chloroplasten (E9, K7).	Welche Erkenntnisse über den Bau von Mitochondrien und Chloroplasten stützen die Endosymbiontentheorie? (ca. 2 Ustd.)	(Basiskonzept Struktur und Funktion) auch im Hinblick auf gegenläufige Stoffwechselprozesse (S5) Kontext: Mitochondrien und Chloroplasten – Nachfahren von Prokaryoten? zentrale Unterrichtssituationen: • Analyse der Besonderheiten von Mitochondrien und Chloroplasten (äußere und innere Membran, Vermehrung durch Teilung, Genom, Ribosomen) unter Einbezug proximaler Erklärungen und Vergleich mit prokaryotischen Systemen (E9, K7) • modellhafte Darstellung des hypothetischen Ablaufs unter Fokussierung auf der Herkunft der Doppelmembran sowie der Aspekte einer Endosymbiose (E9) • ultimate Erklärung des prokaryotischen Ursprungs der Mitochondrien und Chloroplasten mithilfe der Endosymbiontentheorie (K7)
	• analysieren differenzierte Zelltypen mithilfe mikroskopischer Verfahren (S5, E7, E8, E13, K10).	Welche morphologischen Anpassungen weisen verschiedene Zelltypen von Pflanzen und Tieren in Bezug auf ihre Funktionen auf? (ca. 6 Ustd.)	Kontext: Lichtmikroskopie von differenzierten Tier- und Pflanzenzellen in Geweben zentrale Unterrichtssituationen: • Mikroskopie von Fertigpräparaten verschiedener Tierzellen im Gewebeverband: Muskelzellen, Nervenzellen, Drüsenzellen (E7, E8) • Herstellung von Präparaten und Mikroskopie von ausdifferenzierten Pflanzenzellen: Blattgewebe, Leitgewebe, Festigungsgewebe, Brennhaar (E8) • Analyse der Anpassungen von verschiedenen Laubblättern (Blattquerschnitte von Sonnen- und Schattenblättern, Kiefernadeln, Maisblatt) im Hinblick auf Fotosynthese und Transpiration (K10) • Anfertigung wissenschaftlicher Zeichnungen zur Dokumentation und Interpretation der beobachteten Strukturen unter Berücksichtigung der Anpassung der Zelltypen (Basiskonzept Struktur und Funktion) und Vergleich mit Fotografien (E13) • Reflexion der Systemebenen (Zelle, Gewebe, Organ, Organismus) unter Bezug zur Zelldifferenzierung bei der Bildung von Geweben (Basiskonzept Individuelle und evolutive Entwicklung) (S5)
	• vergleichen einzellige und vielzellige Lebewesen und erläutern die jeweili-	Welche Vorteile haben einzellige und vielzellige Organisati-	Kontext:

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	gen Vorteile ihrer Organisationsform (S3, S6, E9, K7, K8).	onsformen? (ca. 4 Ustd.)	Vielfalt der Organisationsformen von Lebewesen <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Differenzierung zwischen unterschiedlichen Systemebenen: Moleküle – Zelle – Gewebe – Organ – Organismus (S6) • Erläuterung der unterschiedlichen Organisationsformen innerhalb der <i>Chlamydomonadales</i> (Grünalgen-Reihe) und Ableitung der Eigenschaften von Vielzellern (Arbeitsteilung, Kommunikation, Fortpflanzung) anhand von <i>Volvox</i> [2] (S3, E9) • fakultativ: Differenzierung der Begriffe Einzeller / Bakterien und Darstellung der Vielfalt der Bakterien hinsichtlich der Angepasstheiten ihres Stoffwechsels an unterschiedliche Lebensräume [3] • Diskussion der Vorteile verschiedener Organisationsformen bei Berücksichtigung der Unterschiede zwischen proximalen und ultimativen Erklärungen sowie funktionalen und kausalen Erklärungen [2] [3] (K7, K8)

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die ULR: 01.06.2022

[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 beabsich-

tigten 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.]

UV Z2: Biomembranen Inhaltsfeld 1: Zellbiologie Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	Fachschaftsinterne Absprachen • ggf. Experimente zu den biochemischen Eigenschaften der Stoffgruppen • Experimente zu Diffusion und Osmose
Inhaltliche Schwerpunkte: Biochemie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von osmotischen Vorgängen Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Information und Kommunikation: • Prinzip der Signaltransduktion an Zellmembranen Steuerung und Regelung: • Prinzip der Homöostase bei der Osmoregulation

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• Stoffgruppen: Kohlenhydrate, Lipide, Proteine	• erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6).	Wie hängen Strukturen und Eigenschaften der Moleküle des Lebens zusammen? (ca. 5 Ustd.)	Kontext: Moleküle des Lebens – biochemische Grundlagen für die Erklärung zellulärer Phänomene zentrale Unterrichtssituationen: • Reaktivierung von Vorwissen aus der Chemie → Sek I (Elemente, kovalente Bindungen, polare Bindungen, Wasser als polares Molekül, Ionen) • fakultativ: Planung und Durchführung von Experimenten zur Löslichkeit verschiedener Stoffe in Wasser, Ethanol und Waschbenzin zur Ableitung der Begriffsdefinitionen von hydrophil und hydrophob

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• Biomembranen: Transport, Prinzip der Signaltransduktion, Zell-Zell-Erkennung • physiologische Anpassungen: Homöostase • Untersuchung von osmotischen Vorgängen	• stellen den Erkenntniszuwachs zum Aufbau von Biomembranen durch technischen Fortschritt und Modellierungen an Beispielen dar (E12, E15–17). • erklären experimentelle Befunde zu Diffusion und Osmose mithilfe von Modellvorstellungen (E4, E8, E10–14). • erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6). • erklären die Bedeutung der Homöostase des osmotischen Werts für zelluläre Funktionen und leiten mögliche Auswirkungen auf den Organismus ab (S4, S6, S7, K6, K10).	Wie erfolgte die Aufklärung der Struktur von Biomembranen und welche Erkenntnisse führten zur Weiterentwicklung der jeweiligen Modelle? (ca. 6 Ustd.) Wie können Zellmembranen einerseits die Zelle nach außen abgrenzen und andererseits doch durchlässig für Stoffe sein? (ca. 8 Ustd.)	• Erläuterung des Aufbaus und der Eigenschaften von Kohlenhydraten, Lipiden und Proteinen sowie der Nukleinsäuren auch unter Berücksichtigung der Variabilität durch die Kombination von Bausteinen (K6) <i>Kontext:</i> Modellentwicklung zum Aufbau von Biomembranen [1] <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Ableitung des Modells von Gorter und Grendel aus der Analyse von Erythrocyten-Membranen • Erklärung der Veränderungen zum Sandwich-Modell von Davson und Danielli aufgrund chemischer Analysen und elektronenmikroskopischer Bilder von Zellmembranen • Erläuterung des Fluid-Mosaik-Modells anhand folgender Analysen durch Singer und Nicolson und Bestätigung durch die Gefrierbruch-Methode sowie Zellfusions-Experimente von Frye und Edidin • Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der einzelnen Membranmodelle auch anhand selbst hergestellter Membranmodelle (E12) • Reflektion des Erkenntnisgewinnungsprozesses ausgehend vom technischen Fortschritt der Analyseverfahren und Weiterentwicklung des Membranmodells zum modernen Fluid-Mosaik-Modell (E15–17) <i>Kontext:</i> Abgrenzung und Austausch – (k)ein Widerspruch? <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Hypothesengeleitete Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten zu Diffusion und Osmose, sodass ausgehend von der Beschreibung der Phänomene anhand von Modellvorstellungen zum Aufbau von Biomembranen die experimentellen Befunde erklärt werden können (E4, E8) • Einbezug von Experimenten zur Diffusion, zur qualitativen und quantitativen Ermittlung von Daten zur Osmose, zur mikroskopischen Analyse osmotischer Prozesse bei in pflanzlichen Geweben (E10, E11, E14) • Erläuterung von Modellvorstellungen zu verschiedenen Transportprozessen durch Biomembranen unter Berücksichtigung von Kanalproteinen, Carrierproteinen und Transport durch Vesikel (S7, E12, E13) • Ableitung der Eigenschaften der Transportsysteme auch im Hinblick auf energetische Aspekte (aktiver und passiver Transport) (S5, K6)

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	• erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6).	Wie können extrazelluläre Botenstoffe, wie zum Beispiel Hormone, eine Reaktion in der Zelle auslösen? (ca. 2 Ustd.) Welche Strukturen sind für die Zell-Zell-Erkennung in einem Organismus verantwortlich? (ca. 1 Ustd.)	• Erläuterung der Bedeutung zellulärer Transportsysteme am Beispiel von Darmepithelzellen, Drüsenzellen und der Blut-Hirn-Schranke (S6, S7) • Diskussion der Bedeutung der Osmoregulation für Einzeller in Süß- bzw. Salzwasser unter Bezugnahme auf das Basiskonzept Steuerung und Regelung (Prinzip der Homöostase bei der Osmoregulation) und Anwendung auf die Homöostase bei der Osmoregulation von Süß- und Salzwasserfischen (S4, S7, K10) Kontext: Signaltransduktion am Beispiel des Hormons Insulin [2] zentrale Unterrichtssituationen: • Aktivierung von Vorwissen aus der → Sek I zur Wirkung des Hormons Insulin auf die Glucosekonzentration im Blut • Erläuterung des Schlüssel-Schloss-Prinzips am Beispiel der Bindung des Insulins an den Insulinrezeptor und Erarbeitung der Signaltransduktion sowie der ausgelösten Signalkette in der Zielzelle (S2, S5) • Ableitung der Auswirkungen des Insulins auf die Glucosekonzentration im Blut unter Berücksichtigung des Basiskonzepts Information und Kommunikation (Prinzip der Signaltransduktion an Zellmembranen) (S6, S7) Kontext: Organtransplantation zentrale Unterrichtssituationen: • Aktivierung von Vorwissen aus der → Sek I zur Immunantwort auf körperfremde Organe • Ableitung der Vielzahl von Oberflächenstrukturen einer Zelle aufgrund der Variationsmöglichkeiten von Glykolipiden und Glykoproteinen und Erklärung der Spezifität dieser Oberflächenstrukturen (S2) • Erläuterung der Möglichkeiten der Zell-Zell-Erkennung aufgrund spezifischer Bindung von Oberflächenstrukturen nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip und Unterscheidung zwischen körpereigenen und körperfremden Oberflächenstrukturen (S5, S7) • Diskussion der Bedeutung von Zell-Zell-Erkennung in Bezug auf Reaktionen des Immunsystems sowie die Bildung von Zellkontakten in Geweben unter

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
			Berücksichtigung der Basiskonzepte Struktur und Funktion sowie Information und Kommunikation (S5, K6)

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die ULR: 01.06.2022

[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.]

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

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• Mitose: Chromosomen, Cytoskelett • Zellzyklus: Regulation	• erklären die Bedeutung der Regulation des Zellzyklus für Wachstum und Entwicklung (S1, S6, E2, K3).	Wie verläuft eine kontrollierte Vermehrung von Körperzellen? (ca. 6 Ustd.)	Kontext: Wachstum bei Vielzellern geschieht durch Zellvermehrung und Zellwachstum zentrale Unterrichtssituationen: • Reaktivierung von Vorwissen zur Mitose und zum Zellzyklus (→ Sek I) • fakultativ: Mikroskopieren von Präparaten einer Wurzelspitze von <i>Allium cepa</i>, Vergleich von Chromosomenanordnungen im Zellkern mit modellhaften Abbildungen, Schätzung der Häufigkeit der verschiedenen Phasen (Mitose und Interphase) im Präparat • Erläuterung der Phasen des Zellzyklus, dabei Fokussierung auf die Entstehung genetisch identischer Tochterzellen. Berücksichtigung des Basiskonzepts Struktur und Funktion: Abhängigkeit der Chromatin-Struktur von der jeweiligen Funktion • Erstellung eines Schemas zum Zellzyklus als Kreislauf mit Darstellung des Übergangs von Zellen in die G₀-Phase. Dabei Unterscheidung der ruhenden Zellen und Beachtung unterschiedlich langer G₀-Phasen verschiedener Zelltypen: nie wieder sich teilende Zellen (wie Nervenzellen) und Zellen, die z. B.

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	- begründen die medizinische Anwendung von Zellwachstumshemmern (Zytostatika) und nehmen zu den damit verbundenen Risiken Stellung (S3, K13, B2, B6–9). - diskutieren kontroverse Positionen zum Einsatz von embryonalen Stammzellen (K1–4, B1–6, B10–12).	Wie kann unkontrolliertes Zellwachstum gehemmt werden und welche Risiken sind mit der Behandlung verbunden? (ca. 2 Ustd.) Welche Ziele verfolgt die Forschung mit embryonalen Stammzellen und wie wird diese Forschung ethisch bewertet? (ca. 4 Ustd.)	nach Verletzung wieder in die G₁-Phase zurückkehren können - Erläuterung der Regulation des Zellzyklus durch Signaltransduktion: Wachstumsfaktor und wachstumshemmender Faktor wirken an bestimmten Kontrollpunkten des Zellzyklus. (Basiskonzept: Information und Kommunikation), Berücksichtigung des Basiskonzepts Steuerung und Regelung: Kontrolle des Zellzyklus - fakultativ: Bedeutung der Apoptose (programmierter Zelltod) <i>Kontext:</i> Behandlung von Tumoren mit Zytostatika <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> - Definition des Krankheitsbildes Krebs und Bedeutung von Tumoren [1] - Recherche zu einem Zytostatikum und Erstellung eines Infoblattes mit Wirkmechanismus und Nebenwirkungen zur Erläuterung der Wirkungsweise (das Infoblatt sollte auch fachübergreifende Aspekte beinhalten) [2] - konstruktiver Austausch über die Ergebnisse, Fokussierung auf die unspezifische Wirkung von Zytostatika (→ Ausblick auf Möglichkeiten personalisierter Medizin) (K13) - Abschätzung von Nutzen und Risiken einer Zytostatikatherapie basierend auf den erhaltenen Ergebnissen, dabei sollen unterschiedliche Perspektiven eingenommen und Handlungsoptionen berücksichtigt werden (B8) <i>Kontext:</i> Unheilbare Krankheiten künftig heilen? <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> - Beschreibung der Pluripotenz embryonaler Stammzellen und Erklärung der Bedeutung im Zusammenhang mit dem Zellzyklus sowie der Entstehung unterschiedlicher Gewebe - Recherche von Zielen der embryonalen Stammzellforschung [3–6] - Identifikation der Gründe für die besondere ethische Relevanz des Einsatzes von embryonalen Stammzellen - Benennung von Werten, die verschiedenen Positionen zugrunde liegen können und Beurteilung von Interessenlagen (B4, B5) - Entwicklung von notwendigen Bewertungskriterien, um zu einem begründeten Urteil zu kommen.

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• Karyogramm: Genommutationen, Chromosomenmutationen • Meiose • Rekombination • Analyse von Familienstammbäumen	• erläutern Ursachen und Auswirkungen von Chromosomen- und Genommutationen (S1, S4, S6, E11, K8, K14).	Nach welchem Mechanismus erfolgt die Keimzellbildung und welche Mutationen können dabei auftreten? (ca. 6 Ustd.) Inwiefern lassen sich Aussagen zur Vererbung genetischer Erkrankungen aus Familienstammbäumen ableiten? (ca. 4 Ustd.)	• Reflexion von kurz- und langfristigen Folgen von Entscheidungen sowie Reflexion des Bewertungsprozesses (B10, B11) • Hinweis: Der Fokus liegt hier nicht auf der detaillierten Kenntnis von Stammzelltypen, sondern auf der Frage, welche Argumente für und gegen die Nutzung von embryonalen Stammzellen für die Medizin möglich sind. Voraussetzung dafür ist im Wesentlichen das Wissen um die Pluripotenz der embryonalen Stammzellen. <i>Kontext:</i> Karyogramm einer an Trisomie 21 erkrankten Person <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Aktivierung von Vorwissen: Beschreibung und Analyse des Karyogramms einer Person mit Trisomie 21 unter Verwendung der bisher gelernten Fachbegriffe (→Sek I) • Vergleich von Karyogrammen bei freier Trisomie 21 und Translokationstrisomie zur Identifikation von Chromosomen- und Genommutationen in Karyogrammen: Beschreibung der Unterschiede, Entwicklung von Fragestellungen und Vermutungen zu den Abweichungen • Erläuterung von Ursachen und Auswirkung der Genommutation • Definition der unterschiedlichen Formen von Chromosomenmutationen • Reaktivierung des Vorwissens (→Sek I: Meiose und Befruchtung,) • Vertiefende Betrachtung der Meiose • Erläuterung der Ursachen der Trisomie 21 • Betrachtung der Unterschiede zur Mitose, vor allem im Hinblick auf die Reduktion des Chromosomensatzes bei der Gametenreifung. • Herausstellung der Vorteile sexueller Fortpflanzung: interchromosomale und intrachromosomale Rekombination (S6) <i>Kontext:</i> Familienfoto zeigt phänotypische Variabilität unter Geschwistern <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Aktivierung des Vorwissens zu genetischer Verschiedenheit homologer Chromosomen • Modellhafte Darstellung der Rekombinationsmöglichkeiten durch Reduktions-

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	wenden Gesetzmäßigkeiten der Vererbung auf Basis der Meiose bei der Analyse von Familienstammbäumen an (S6, E1–3, E11, K9, K13).		teilung und Befruchtung, - Klärung des Zusammenhangs zwischen Meiose und Erbgang, dabei Berücksichtigung der verschiedenen Systemebenen - Problematisierung der phänotypischen Ausprägung bei Heterozygotie <i>Kontext:</i> Familienberatung mithilfe der Analyse eines Familienstammbaums zu einem genetisch bedingten Merkmal <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> - Aktivierung von Vorwissen: Regeln der Vererbung (Gen- und Allelbegriff, Familienstammbäume) (→Sek I) - Analyse von Familienstammbäumen, dabei Beachtung der Schritte der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung [7-8] - Ermittlung der Wahrscheinlichkeit für eine Erkrankung in Abhängigkeit des Genotyps der Eltern auf Grundlage der Möglichkeiten interchromosomaler Rekombination

Weiterführende Materialien:

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

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
8	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/9933	Hinweise und Lösungen zum Arbeitsblatt Stammbaumanalyse

Letzter Zugriff auf die ULR: 01.06.2022

[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.]

UV Z4: Energie, Stoffwechsel und Enzyme Inhaltsfeld 1: Zellbiologie Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	Fachschaftsinterne Absprachen
Inhaltliche Schwerpunkte: Physiologie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von Enzymaktivitäten Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Informationen aufbereiten (K)	Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten: Stoff- und Energieumwandlung: • Energetischer Zusammenhang zwischen auf- und abbauendem Stoffwechsel

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• Anabolismus und Katabolismus • Energieumwandlung: ATP-ADP-System	• beschreiben die Bedeutung des ATP-ADP-Systems bei auf- und abbauenden Stoffwechselprozessen (S5, S6).	Welcher Zusammenhang besteht zwischen aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel in einer Zelle stofflich und energetisch? (ca. 12 Ustd.)	<i>Kontext:</i> „Du bist, was du isst“ – Umwandlung von Nahrung in körpereigene Substanz <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Aktivierung von Vorwissen (→ Sek I, EF.1) durch Analyse einer Nährwerttafel: Zusammenhang zwischen Nahrungsbestandteilen und Zellinhaltsstoffen • Erstellung eines vereinfachten Schemas zum katabolen und anabolen Stoffwechsel, dabei Verdeutlichung des energetischen Zusammenhangs von abbauenden (exergonischen) und aufbauenden (endergonischen) Stoffwechselwegen, dabei Berücksichtigung der Abgrenzung von Alltags- und Fachsprache [1] • Verdeutlichung des Grundprinzips der energetischen Kopplung durch Energieüberträger • Erläuterung des ATP-ADP-Systems unter Verwendung einfacher Modellvorstellungen: ATP als Energieüberträger

• Energieumwandlung: Redoxreaktionen			<i>Kontext:</i> „Chemie in der Zelle“– Redoxreaktionen ermöglichen den Aufbau und Abbau von Stoffen <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Aktivierung von Vorwissen (→Sek I Chemie): Redoxreaktion als Elektronenübertragungsreaktion, Donator-Akzeptor-Prinzip, Energieumsatz • Herstellen eines Zusammenhangs von exergonischer Oxidation und Katabolismus sowie endergonischer Reduktion und Anabolismus • Erläuterung des (NADH+H⁺)-NAD⁺-Systems und die Bedeutung von Reduktionsäquivalenten für den Stoffwechsel • Vervollständigung des Schaubildes zum Zusammenhang von abbauendem und aufbauendem Stoffwechsel durch Ergänzung des (NADH+H⁺)-NAD⁺-Systems und des ATP-ADP-Systems. Dabei Herausstellung des Recyclings der Trägermoleküle und der Kopplung von Stoffwechselreaktionen
• Enzyme: Kinetik	• erklären die Regulation der Enzymaktivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9).	Wie können in der Zelle biochemische Reaktionen reguliert ablaufen? (ca. 12 Ustd.)	<i>Kontext:</i> Enzyme ermöglichen Reaktionen bei Körpertemperatur. <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Demonstrationsexperiment zur Verbrennung eines Zuckerwürfels mit und ohne Asche. • Definition des Katalysators und Veranschaulichung der Wirkung im Energiediagramm. • Erarbeitung der Merkmale von Enzymen als Proteine (→ EF.1) mit spezifischer Raumstruktur und ihrer Eigenschaft als Biokatalysatoren • Herstellen des Zusammenhangs mit Stoffwechselreaktionen im Organismus und Hervorheben der Bedeutung von kontrollierter Stoffumwandlung durch Zerlegung in viele Teilschritte • Erarbeitung des Prinzips von Enzymreaktionen, dabei Berücksichtigung von Enzymeigenschaften wie Spezifität und Sättigung und Berücksichtigung des Schlüssel-Schloss-Prinzips (Basiskonzept Struktur und Funktion) • Entwicklung einer Modellvorstellung als geeignete Darstellungsform (E12, K9)
• Untersuchung von Enzymaktivitäten	• entwickeln Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von verschiedenen Faktoren und überprüfen diese mit experimentellen Daten (E2, E3, E6, E9, E11, E14).		<i>Kontext:</i> Die Enzymaktivität ist abhängig von Umgebungsbedingungen. <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Entwicklung von Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von der

• Enzyme: Regulation	• beschreiben und interpretieren Diagramme zu enzymatischen Reaktionen (E9, K6, K8, K11). • erklären die Regulation der Enzymaktivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9).	Substratkonzentration (Sättigung) und der Temperatur (RGT-Regel, Denaturierung von Proteinen z.B. bei Fieber), Überprüfung durch Auswertung von Experimenten, wenn möglich selbst durchgeführt (E11, E14) • Anwendung der Kenntnisse zur Enzymaktivität auf die Auswirkungen eines weiteren Faktors wie etwa dem pH-Wert am Beispiel von Verdauungsenzymen • Interpretation grafischer Darstellungen zur Enzymaktivität, hierbei Fokussierung auf die korrekte Verwendung von Fachsprache und Vermeidung von Alltagssprache und ggf. Korrektur finaler Erklärungen (K6, K8) • fakultativ: Enzymaktivität in Abhängigkeit von der Salinität der Umgebung, Bezug zur Homöostase möglich (→ Osmoregulation). <i>Kontext:</i> „Alkohol verdrängt Alkohol“: Eine Methanol-Vergiftung kann mit Ethanol behandelt werden. <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Erweiterung der Modellvorstellung zu Enzymen durch die Darstellung der kompetitiven Hemmung (E12) • Erläuterung der Modellvorstellung zur allosterischen Hemmung und Beurteilung von Grenzen der Modellvorstellungen • Erarbeitung der Enzymaktivität durch kompetitive und allosterische Hemmung anhand von Diagrammen (K9) • Erläuterung der Aktivierung von Enzymen und die Bedeutung von Cofaktoren [2], Beschreibung einer Reaktion mit ATP und ggf. NADH+H⁺ als Cofaktor unter Nutzung modellhafter Darstellungen, dabei Rückbezug zur Darstellung des Zusammenhangs von katabolen und anabolen Stoffwechselwegen. [1]
--	--	--

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 01.06.2022

[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.]

10. Qualifikationsphase – Leistungskurs

UV LK-Ö1: Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden à 45 Minuten		Fachschaftsinterne Absprachen: • Exkursion zu einer schulnahen Wiese	
Inhaltliche Schwerpunkte: Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Fachliches Verfahren: Erfassung ökologischer Faktoren und quantitative und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E) • Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) • Informationen aufbereiten (K)		Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: • Kompartimentierung in Ökosystemebenen Steuerung und Regelung: • Positive und negative Rückkopplung ermöglichen Toleranz Individuelle und evolutive Entwicklung: • Angepasstheit an abiotische und biotische Faktoren	
• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren	• erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem (S5-7, K8).	Welche Forschungsgebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Ökologie? (ca. 3 Ustd.)	Kontext: Modellökosysteme, z. B. Flaschengarten Zentrale Unterrichtssituationen: • Reaktivierung des Vorwissens zu zentralen Begriffen der Ökologie (→ SI) • Darstellung des Wirkungsgefüges von Umweltfaktoren, Lebensvorgängen und Wechselbeziehungen von Lebewesen im gewählten Modellökosystem mit Hilfe einer Concept Map • Präsentation der Zusammenhänge unter Berücksichtigung kausaler Erklärungen und der Vernetzung von Systemebenen (S5–7, K8) • Präsentation zentraler Fragestellungen und Forschungsgebiete der Ökologie, die bei der Untersuchung des Zusammenwirkens von abiotischen und biotischen Faktoren im Verlauf der Unterrichtsvorhaben zur Ökologie eine Rolle spielen (Advance Organizer)
• Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven	• untersuchen auf der Grundlage von Daten die physiologische und ökologische Potenz von Lebewesen (S7, E1-3, E9, E13).	Inwiefern bedingen abiotische Faktoren die Verbreitung von Lebewesen? (ca. 8 Ustd.)	Kontext: Eine Frage der Perspektive – Für Wüstenspringmäuse ist die Wüste kein extremer Lebensraum. Zentrale Unterrichtssituationen: • 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) • Untersuchung der Temperaturpräferenz bei Wirbellosen • Interpretation von Toleranzkurven eurythermer und stenothermer Lebewesen (E9) • Erklärung der unterschiedlichen physiologischen Temperatortoleranz ausgewählter Lebewesen unter Berücksichtigung des Basiskonzepts Steuerung und Regelung. Berücksichtigung der unterschiedlichen Temperatortoleranz für Überleben, Wachstum und Fortpflanzung • Erweiterung des Konzepts der physiologischen Toleranz durch die Analyse von Daten aus Mehrfaktorenexperimenten, kritische Betrachtung der Übertragbarkeit der in Laborversuchen gewonnenen Daten auf die Situation im Freiland (E13)

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz, • Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische Potenz • Ökologische Nische • Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen, • Erfassung ökologischer Faktoren und quantitative und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal	• analysieren die Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- und interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6–K8). • erläutern die ökologische Nische als Wirkungsgefüge (S4, S7, E17, K7, K8). • bestimmen Arten in einem ausgewählten Areal und begründen ihr Vorkommen mit dort erfassten ökologischen Faktoren (E3, E4, E7–9, E15, K8). • analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14).	Welche Auswirkungen hat die Konkurrenz um Ressourcen an realen Standorten auf die Verbreitung von Arten? (ca. 7 Ustd.) Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden? (ca. 4 Ustd.) + Exkursion	• Beschreibung des Wirkungsgesetzes der Umweltfaktoren • Reflexion der Methodik und Schlussfolgerung, dass die Auswirkungen veränderter Umweltbedingungen aufgrund des komplexen Zusammenwirkens vieler Faktoren nur schwer vorhersagbar sind (E13) <i>Kontext:</i> Vergleich der Standortbedingungen für ausgewählte Arten in Mono- und Mischkultur <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Analyse von Langzeitdaten zur Abundanz verschiedener Arten in Mischkultur im Freiland und Vergleich der Standortfaktoren mit in Laborversuchen erhobenen Standortpräferenzen (E9, E17) • Erläuterung des Konkurrenzbegriffs am Beispiel der intra- und der interspezifischen Konkurrenz (S7) • Erklärung der ökologischen Potenz mit dem Zusammenwirken von physiologischer Toleranz und der Konkurrenzstärke um Ressourcen (K6–8) • Erläuterung des Konzepts der „ökologischen Nische“ als Wirkungsgefüge aller abiotischen und biotischen Faktoren, die das Überleben der Art ermöglichen (vertiefende Erarbeitung der Merkmale interspezifischer Beziehungen → UV 2 Ökologie) • Herausstellen der Mehrdimensionalität des Nischenmodells und ultimate Erklärung der Einnischung (K7,8) <i>Kontext:</i> Fettwiese oder Magerrasen? – Zeigerarten geben Aufschluss über den Zustand von Ökosystemen <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> • 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) • Sensibilisierung für den Zusammenhang von Korrelation und Kausalität beim Biomonitoring (K8) und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses • Ableitung von Handlungsoptionen für das untersuchte Ökosystem (E15) • Internetrecherche zur ökologischen Problematik von intensiver Grünlandbewirtschaftung (Fettwiesen) und Begründung von Erhaltungs- und Renaturie-

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
			rungsmaßnahmen von heimischen, artenreichen Magerwiesen durch extensive Grundlandbewirtschaftung (K11–14) [2,3]

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

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
-----------------------	--	---------------------------	---

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• Idealisierte Populationsentwicklung: exponentielles und logistisches Wachstum • Fortpflanzungsstrategien: r- und K-Strategien	• interpretieren grafische Darstellungen der Populationsdynamik unter idealisierten und realen Bedingungen auch unter Berücksichtigung von Fortpflanzungsstrategien (S5, E9, E10, E12, K9).	Welche grundlegenden Annahmen gibt es in der Ökologie über die Dynamik von Populationen? (ca. 6 Ustd.)	Kontext: Sukzession – wie verändern sich die Populationsdichte und -zusammensetzung an Altindustriestandorten? [1] Zentrale Unterrichtssituationen: • Analyse der Bedingungen für exponentielles und logistisches Wachstum, Interpretation von grafischen Darstellungen unter idealisierten und realen Bedingungen (E9, E10) • Erläuterung von dichtebegrenzenden Faktoren • Recherche der charakteristischen Merkmale von r- und K- Strategen und Analyse von grafischen Darstellungen der charakteristischen Populationsdynamik (K9), Bezug zur veränderten Biozönose in Sukzessionsstadien (z. B. überwiegend r-Strategen auf einer Industriebrache) • Kritische Reflexion der im Unterricht verwendeten vereinfachten Annahmen zur Populationsökologie (E12)
• Interspezifische Beziehungen: Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen	• analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6-K8).	In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar? (ca. 6 Ustd.)	Kontext: Gut vernetzt – Wechselwirkungen in Biozönosen Zentrale Unterrichtssituationen: • Beschreibung der charakteristischen Merkmale von Konkurrenz (→ UV 1 Ökologie), Räuber-Beute-Beziehung, Parasitismus, Mutualismus und Symbiose an aussagekräftigen Beispielen. Ggf. Präsentationen zu Wechselwirkungen unter Berücksichtigung der Fachsprache und der Unterscheidung von funktionalen und kausalen Erklärungen (K6, K8) • Analyse der Anpasstheiten ausgewählter interagierender Arten auf morphologischer und physiologischer Ebene, z. B. bei Symbiose oder Parasitismus (K7) • Analyse von Daten zu Wechselwirkungen und Bildung von Hypothesen zur vorliegenden Beziehungsform [2], Reflexion der Datenerfassung (z. B. Diskrepanz zwischen Labor- und Freilandbedingungen, Methodik) (E9) • Interpretation grafischer Darstellungen von Räuber-Beute-Systemen und kritische Reflexion der Daten auch im Hinblick auf Bottom Up- oder Top Down-Kontrolle (E9)
• Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Bio-	• erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen	Wie können Aspekte der Nachhaltigkeit im Ökosystemmanagement	Kontext: Pestizideinsatz in der Landwirtschaft Zentrale Unterrichtssituationen:

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
diversität Hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt	- 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).	verankert werden? (ca. 6 Ustd.)	- Analyse eines Fallbeispiels zur Schädlingsbekämpfung mit Pestizideinsatz unter Berücksichtigung der kurzfristigen und langfristigen Populationsentwicklung des Schädlings - Erläuterung des Konflikts zwischen ökonomisch rentabler Umweltnutzung und Biodiversitätsschutz, z. B. anhand der intensiven Landwirtschaft und dem Einsatz von Pestiziden für den Pflanzenschutz - Bewertung von Handlungsoptionen im Sinne eines nachhaltigen Ökosystemmanagements und Diskussion von Handlungsoptionen als Privatverbraucher (K14) [3] - Angeleitete Recherche (z. B. auf den Seiten des Umweltbundesamtes [4]) zu den Auswirkungen hormonartig wirkender Pestizide auf Tiere und die Fruchtbarkeit des Menschen sowie der Anreicherung in Nahrungsketten (K10) - Nennung der Schwierigkeiten, die bei der Risikobewertung hormonartig wirkender Substanzen in der Umwelt auftreten und Diskussion der damit verbundenen Problematik eines Verbotsverfahrens (BfR Endokrine Disruptoren) (E15) - Analyse der Interessenslagen der involvierten Parteien (B1, B2) [5]

Weiterführende Materialien:

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

[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.]

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 13.01.2023

[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.]

UV LK-Ö3: Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	
Inhaltliche Schwerpunkte: Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: • Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) • Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) • Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: • Kompartimentierung in Ökosystemebenen Stoff- und Energieumwandlung: • Stoffkreisläufe in Ökosystemen

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
-----------------------	--	----------------------------------	--

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
- Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz - Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf	analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5).	In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften durch Energiefluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbindung? (ca. 5 Ustd.) Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant? (ca. 3 Ustd.)	Kontext: Nahrungsbeziehungen und ökologischer Wirkungsgrad <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> - Reaktivierung der Kenntnisse zu Nahrungsnetzen und Trophieebenen (→ SI) anhand der Betrachtung eines komplexen Nahrungsnetzes, Fokussierung auf die Stabilität artenreicher Netze und Hypothesenbildung zur begrenzten Anzahl an Konsumentenordnungen (S4) - ggf. Analyse eines Fallbeispiels zur Entkopplung von Nahrungsketten durch die Erderwärmung [1] - Erläuterung der Bedeutung der einzelnen Trophieebenen in Stoffkreisläufen (→ IF Stoffwechselphysiologie) - Interpretation der Unterschiede der Stoffspeicherung und des Stoffflusses in terrestrischen und aquatischen Systemen anhand von Biomassepyramiden und Produktionswertpyramiden (K5, E14) - Interpretation von grafischen Darstellungen zum Energiefluss in einem Ökosystem unter Berücksichtigung des ökologischen Wirkungsgrads der jeweiligen Trophieebene - Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der modellhaften Darstellungen (E12) - Anwendung der erworbenen Kenntnisse am Beispiel des Flächen- und Energiebedarfs für die Fleischproduktion auf Grundlage von Untersuchungsbefunden (E14) [2] Kontext: Kohlenstoffkreislauf und Klimaschutz <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> - Darstellung der Austauschwege im Kohlenstoffkreislauf zwischen den Sphären der Erde (Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre, Biosphäre) und Identifikation von Kohlenstoffspeichern (K5) [3,4] - Unterscheidung von langfristigem und kurzfristigem Kohlenstoffkreislauf und Erläuterung der Umweltschädlichkeit von fossilen Energiequellen in Bezug auf die Erderwärmung (E14) [5] - Recherche zu Kipppunkten (Tipping Points) des Klimawandels und Erläuterung eines Kippelements, z. B. Permafrostboden (K2) [6]

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts • Ökologischer Fußabdruck	• erläutern geografische, zeitliche und soziale Auswirkungen des anthropogen bedingten Treibhauseffektes und entwickeln Kriterien für die Bewertung von Maßnahmen (S3, E16, K14, B4, B7, B10, B12). • beurteilen anhand des ökologischen Fußabdrucks den Verbrauch endlicher Ressourcen aus verschiedenen Perspektiven (K13, K14, B8, B10, B12).	Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden? (ca. 5 Ustd.)	<i>Kontext:</i> Aktuelle Debatte um den Einfluss des Menschen auf den Klimawandel <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Identifikation nicht wissenschaftlicher Aussagen im Vergleich zu wissenschaftlich fundierten Aussagen bezüglich des anthropogenen Einflusses auf den Treibhauseffekt (E16) [7] • Angeleitete Recherche zu den geografischen, zeitlichen und sozialen Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffektes sowie zu den beschlossenen Maßnahmen [8] • Entwicklung von Kriterien für die Bewertung der Maßnahmen unter Berücksichtigung der Dimensionen für globale Entwicklung (Umwelt, Soziales, Wirtschaft) sowie Abschätzung der Wirksamkeit der Maßnahmen (B4, B7, K14, B12) • Ermittlung eines ökologischen Fußabdrucks, Reflexion der verschiedenen zur Ermittlung herangezogenen Dimensionen, Sammlung von Handlungsoptionen im persönlichen Bereich (B8, K13) • Erkennen der Grenzen der wissenschaftlichen Wissensproduktion und der Akzeptanz vorläufiger und hypothetischer Aussagen, die auf einer umfassenden Datenanalyse beruhen (E16) • ggf. kritische Auseinandersetzung mit dem in der Wissenschaft diskutierten Begriffs des „Anthropozän“
• Stickstoffkreislauf • Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, nachhaltige Nutzung	• analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14). • analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5).	Wie können umfassende Kenntnisse über ökologische Zusammenhänge helfen, Lösungen für ein komplexes Umweltproblem zu entwickeln? (ca. 5 Ustd.)	<i>Kontext:</i> Umweltproblem Stickstoffüberschuss: Ursachen und Auswege <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Erarbeitung des natürlichen Stickstoffkreislaufs, Identifikation der Stoffspeicher und Austauschwege. Fokussierung auf die Anteile von molekularem Stickstoff und biologisch verfügbaren Verbindungen. • Fokussierung auf die anthropogene Beeinflussung des Stickstoffkreislaufs und Strukturierung von Informationen zur komplexen Umweltproblematik durch Stickstoffverbindungen (K2, K5) [9,10] • Recherche zu einem ausgewählten, ggf. lokalen Umweltproblem, welches auf einem zu hohen Stickstoffeintrag beruht und zu den unternommenen Renaturierungsmaßnahmen (K11–14).

Weiterführende Materialien:

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

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 beabsich-

tigten 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.

UV LK-S1: Energieumwandlung in lebenden Systemen Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie Zeitbedarf: ca. 6 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	
Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: 1. Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) 2. Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: • Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse zeitgleich in einer Zelle. Stoff- und Energieumwandlung: • Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen

3. Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
------------------------	--	---------------------------	--

3. Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
4. Energieumwandlung 5. Energieentwertung 6. Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel 7. ATP-ADP-System 8. Stofftransport zwischen den Kompartimenten 9. Chemiosmotische ATP-Bildung	10. vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11).	Wie wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in nutzbare Energie um? (ca. 6 Ustd)	Kontext: Leben und Energie – Lebensvorgänge in Zellen können nur mit Energiezufuhr ablaufen. Zentrale Unterrichtssituationen: 11. Reaktivierung des Vorwissens zur Energieumwandlung in lebenden Systemen (→EF), insbesondere: Zusammenhang von abbauendem und aufbauendem Stoffwechsel, energetische Kopplung von Reaktionen, Bedeutung der Moleküle $\text{NADH} + \text{H}^+$ und ATP 12. Erarbeitung des Modells eines technischen Kraftwerks (z.B. Pumpspeicherkraftwerk) zur Verdeutlichung der Energieumwandlung, dabei Aktivierung von Vorwissen zum Energieerhaltungssatz (→ Physik Sek I) [1] 13. Erarbeitung der Funktionsweise des Transmembranproteins ATP-Synthase in lebenden Systemen [1] 14. 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] 15. 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) <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>

Weiterführende

Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

[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.]

UV LK-S3: Fotosynthese – natürliche und anthropogene Prozessoptimierung Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie Zeitbedarf: ca. 8 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	
Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: 1. Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) 2. Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) 3. Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Stoff- und Energieumwandlung: • Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen Individuelle und evolutive Entwicklung: • Zelldifferenzierung bei C₃- und C₄-Pflanzen

1. Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
------------------------	---	---------------------------	---

1. Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
4. Funktionale Anpassungen: Blattaufbau 5. C ₄ -Pflanzen 1. Stofftransport zwischen Kompartimenten	6. vergleichen die Sekundärvorgänge bei C ₃ - und C ₄ -Pflanzen und erklären diese mit der Anpassung an unterschiedliche Standortfaktoren (S1, S5, S7, K7),	Welche morphologischen und physiologischen Anpassungen ermöglichen eine effektive Fotosynthese an heißen und trockenen Standorten? (ca. 4 Ustd.)	Kontext: Verhungern oder Verdursten? – Anpassungen bei Mais und Hirse Zentrale Unterrichtssituationen: 3. Erläuterung der Standortfaktoren von C ₄ -Pflanzen, Hypothesenbildung zu Anpassungen, auch unter Berücksichtigung der höheren FS-Leistung 4. Identifizierung der anatomischen Unterschiede im schematischen Blattquerschnitt von C ₃ - und C ₄ -Pflanzen und Beschreibung der physiologischen Unterschiede 5. Erläuterung der höheren Fotosyntheseleistung der C ₄ -Pflanzen an warmen, trockenen Standorten, dabei Fokussierung auf die unterschiedliche CO ₂ -Affinität der Enzyme PEP-Carboxylase und Rubisco 6. fakultativ: Vergleich verschiedener Fotosyntheseformen inklusive CAM
7. Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen	8. beurteilen und bewerten multiperspektivisch Zielsetzungen einer biotechnologisch optimierten Fotosynthese im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung (E17, K2, K13, B2, B7, B12)	Inwiefern können die Erkenntnisse aus der Fotosyntheseforschung zur Lösung der weltweiten CO₂-Problematik beitragen? (ca. 4 Ustd.)	Kontext: Künstliche Fotosynthese – eine Maßnahme gegen den Klimawandel? Zentrale Unterrichtssituationen: • angeleitete Recherche zu einem Entwicklungsprozess der künstlichen Fotosynthese mit den Zielen der Fixierung überschüssigen Kohlenstoffdioxids und der Produktion nachhaltiger Rohstoffe (K2) [1,2] • Reflexion der Bedingungen und Eigenschaften biologischer Erkenntnisgewinnung (E17) • Diskussion des Sachverhalts „biotechnologisch optimierte Fotosynthese“, Erkennen unterschiedlicher Interessen und ethischer Fragestellungen (B2) • Aufstellen von wertebasierten Bewertungskriterien innerfachlicher und gesellschaftlicher/ wirtschaftlicher Art (B7) • Bewertung der Zielsetzungen aus ökologischer, ökonomischer, politischer und sozialer Perspektive (B12)

Weiterführende

Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
-----	---------------------	---

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

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.]

UV LK-S2: Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	
Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel, Fachliche Verfahren: Chromatografie, Tracer-Methode Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: 9. Biologische Sachverhalte betrachten (S) 10. Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E) 11. Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) 12. Informationen aufbereiten (K)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Stoff- und Energieumwandlung: • Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen Individuelle und evolutive Entwicklung: • Zelldifferenzierung bei C ₃ - und C ₄ -Pflanzen

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
---------------------	--	---------------------------	---

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
13. Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren	14. analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11),	Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von Pflanzen abhängig? (ca. 4 Ustd.)	Kontext: Solarenergie sichert unsere Ernährung – Pflanzen sind Selbstversorger und Primärproduzenten Zentrale Unterrichtssituationen: 7. Reaktivierung der Bruttogleichung der Fotosynthese (→ SI) und Beschreibung der Stärke- und Sauerstoffproduktion als ein Maß für die Fotosyntheseaktivität 8. 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) 9. Auswertung der Ergebnisse, Abgleich mit Literaturwerten und Rückbezug auf Hypothesen (E 9-11)
16. Funktionale Anpasstheiten: Blattaufbau	15. erklären funktionale Anpasstheiten an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4, S5, S6, E3, K6–8),	Welche Blattstrukturen sind für die Fotosynthese von Bedeutung? (ca. 4 Ustd.)	Kontext: Stärkenachweis in panaschierten Blättern – Die Fotosynthese findet nur in grünen Pflanzenteilen statt Zentrale Unterrichtssituationen: 10. Reaktivierung der Kenntnisse zum Aufbau eines Laubblatts (→ EF), Erläuterung der morphologischen Strukturen, die für die Fotosyntheseaktivität von Landpflanzen bedeutend sind 11. Erläuterung von Struktur-Funktions-Zusammenhängen für unterschiedliche Gewebe im schematischen Blattquerschnitt, dabei Berücksichtigung der Versorgung fotosynthetisch aktiver Zellen mit Kohlenstoffdioxid, Wasser und Lichtenergie 12. Mikroskopie eines Abziehpräparats der unteren Blattepidermis und Hypothesenbildung zur Regulation des Gasaustausches und der Transpiration durch Schließzellen [3] 13. Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zu Anpasstheiten von Sonnen- und Schattenblättern (E3), Auswertung von Daten zur Fotosyntheserate 14. ggf. Korrektur finaler Erklärungen der Anpasstheiten (K7)
16. Funktionale Anpasstheiten: Absorptionsspektrum von Chloro-	18. erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13),	Welche Funktionen haben Fotosynthesepigmente? (ca. 4 Ustd.)	Kontext: Der ENGELMANN-Versuch – Die Fotosyntheseleistung ist abhängig von der Wellenlänge des Lichts Zentrale Unterrichtssituationen:

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
phyll, Wirkungsspektrum, Lichtsammelkomplex, Feinbau Chloroplast 17. Chromatografie			Auswertung des ENGELMANN-Versuchs und Erklärung des ungleichmäßigen Bakterienwachstums entlang der fädigen Alge [4] 15. Herstellen eines Zusammenhangs zwischen dem Absorptionsspektrum einer Rohchlorophylllösung und dem Wirkungsspektrum der Fotosynthese 16. Sachgemäße Durchführung der DC-Chromatografie und Identifikation der Pigmente [5] (E4) 17. Beschreibung des Aufbaus der Reaktionszentren in der Thylakoidmembran von Chloroplasten 18. Erläuterung der Funktionsweise von Lichtsammelkomplexen und ihrer Organisation zu Fotosystemen unter Verwendung von Modellen 19. Reflexion des Erkenntnisgewinnungsprozesses (z.B. Einsatz analytischer Verfahren, historischer Experimente und Modelle) (E13)
19. Chemosmotische ATP-Bildung 20. Energetisches Modell der Lichtreaktionen 21. Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen, 22. Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration 23. Tracer-	25. vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11). 26. erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der Fotosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht (S2, S7, E2, K9), 27. werten durch die Anwendung von Tracermethoden erhaltene Befunde zum Ablauf mehrstufiger Reaktionswege aus (S2, E9, E10, E15).	Wie erfolgt die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie? (ca. 12 Ustd.)	Kontext: Chloroplasten als Lichtwandler – Wie erfolgt die Synthese von Glucose mit Hilfe von Sonnenlicht? Zentrale Unterrichtssituationen: 20. Erstellung eines übersichtlichen Schaubildes für die Fotosynthese auf Grundlage des Vorwissens (Edukte, Produkte, Reaktionsbedingungen) (K9) 21. Beschreibung des EMERSON-Effekts anhand eines Diagramms zur Fotosyntheseleistung bei unterschiedlichen Wellenlängen, Identifizierung von Fragestellungen zur Funktionsweise der Fotosysteme (E2) 22. Entwicklung einer vereinfachten Darstellung der Lichtreaktion in einem energetischen Modell, welche den Energietransfer in den beiden Fotosystemen, die Fotolyse des Wassers, den Elektronentransport über Redoxsysteme mit Redoxpotenzialgefälle und die Bildung von NADPH+ H ⁺ berücksichtigt (K11) [5] 23. Vergleich des membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in der Atmungskette und der Primärreaktion (E12) (→UV 2) 24. Erläuterung der Teilschritte des CALVIN-Zyklus, dabei Fokussierung auf die Kohlenstoffdioxidfixierung durch das Enzym Rubisco, das Recyclingprinzip

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Methode 24. Zusammen- hang von aufbau- endem und abbau- endem Stoffwech- sel			von Energie- und Reduktionsäquivalenten sowie auf die Bedeutung zyklischer Prozesse 25. Erläuterung des Tracer- Experiments von CALVIN und BENSON zur Aufklärung der Synthesereaktion und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen der gewonnenen Erkenntnisse (E10, E15) 26. Ergänzung des Schaubildes zur Fotosynthese durch den stofflichen und energetischen Zusammenhang der Teilreaktionen (S2, E9) 27. Darstellung des Zusammenwirkens von Chloroplasten und Mitochondrien in einer Pflanzenzelle für die Aufrechterhaltung der Lebensvorgänge in einer Pflanzenzelle (S7, E9)

Weiterführende

Materialien:

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

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.]

UV LK-S3: Fotosynthese – natürliche und anthropogene Prozessoptimierung Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie Zeitbedarf: ca. 8 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	
Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: 28. Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) 29. Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) 30. Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Stoff- und Energieumwandlung: • Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen Individuelle und evolutive Entwicklung: • Zelldifferenzierung bei C₃- und C₄-Pflanzen

2. Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
31. Funktionale Anpassungen: Blattaufbau 32. C ₄ -Pflanzen 2. Stofftransport zwischen Kompartimenten	33. vergleichen die Sekundärvorgänge bei C ₃ - und C ₄ -Pflanzen und erklären diese mit der Anpassung an unterschiedliche Standortfaktoren (S1, S5, S7, K7), 34. Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen	Welche morphologischen und physiologischen Anpassungen ermöglichen eine effektive Fotosynthese an heißen und trockenen Standorten? (ca. 4 Ustd.) Inwiefern können die Erkenntnisse aus der Fotosyntheseforschung zur Lösung der weltweiten CO₂-Problematik beitragen? (ca. 4 Ustd.)	Kontext: Verhungern oder Verdursten? – Anpassungen bei Mais und Hirse Zentrale Unterrichtssituationen: 28. Erläuterung der Standortfaktoren von C ₄ -Pflanzen, Hypothesenbildung zu Anpassungen, auch unter Berücksichtigung der höheren FS-Leistung 29. Identifizierung der anatomischen Unterschiede im schematischen Blattquerschnitt von C ₃ - und C ₄ -Pflanzen und Beschreibung der physiologischen Unterschiede 30. Erläuterung der höheren Fotosyntheseleistung der C ₄ -Pflanzen an warmen, trockenen Standorten, dabei Fokussierung auf die unterschiedliche CO ₂ -Affinität der Enzyme PEP-Carboxylase und Rubisco 31. fakultativ: Vergleich verschiedener Fotosyntheseformen inklusive CAM Kontext: Künstliche Fotosynthese – eine Maßnahme gegen den Klimawandel? Zentrale Unterrichtssituationen: • angeleitete Recherche zu einem Entwicklungsprozess der künstlichen Fotosynthese mit den Zielen der Fixierung überschüssigen Kohlenstoffdioxids und der Produktion nachhaltiger Rohstoffe (K2) [1,2] • Reflexion der Bedingungen und Eigenschaften biologischer Erkenntnisgewinnung (E17) • Diskussion des Sachverhalts „biotechnologisch optimierte Fotosynthese“, Erkennen unterschiedlicher Interessen und ethischer Fragestellungen (B2) • Aufstellen von wertebasierten Bewertungskriterien innerfachlicher und gesellschaftlicher/ wirtschaftlicher Art (B7) • Bewertung der Zielsetzungen aus ökologischer, ökonomischer, politischer und sozialer Perspektive (B12)

Weiterführende

Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
-----	---------------------	---

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

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.]

UV LK-S4: Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	
Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: 17. Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) 18. Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) 19. Informationen erschließen (K) 20. Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: - Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse zeitgleich in einer Zelle. Stoff- und Energieumwandlung: - Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen Steuerung und Regelung: - Negative Rückkopplung in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels

36. Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
37. Feinbau Mitochondrium 38. Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäure-zyklus und Atmungskette 39. Energetisches Modell der Atmungskette 40. Redoxreak-	41. stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben und anaeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9), 42. vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11).	Wie kann die Zelle durch den schrittweisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen? (ca. 8 Ustd)	Kontext: Keine Power ohne Nahrung – Bei heterotrophen Organismen ist die ATP-Synthese an die Oxidation von Nährstoffmolekülen gekoppelt [1] Zentrale Unterrichtssituationen: - Reaktivierung des Vorwissens zum Feinbau von Mitochondrien und Skizze eines Schaubildes mit den wesentlichen Schritten der Zellatmung und deren Verortung in Zellkompartimenten. Sukzessive Ergänzung des Schaubildes im Verlauf des Unterrichts (K9) - Beschreibung der Glykolyse als ersten Schritt des Glucoseabbaus, dabei Fokussierung auf die Entstehung von Energie- und Reduktionsäquivalenten sowie die Oxidation zu Pyruvat als Endprodukt der Glykolyse - Beschreibung des oxidativen Abbaus von Pyruvat zu Kohlenstoffdioxid in den Mitochondrien durch oxidative Decarboxylierung und die Prozesse im Tricarbonsäurezyklus, dabei Fokussierung auf die Reaktionen, in denen Reduktionsäquivalente

36. Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
tionen			und ATP gebildet werden • Aufstellung einer Gesamtbilanz aus den ersten drei Schritten und Abgleich mit der Bruttogleichung der Zellatmung Hinweis: Strukturformeln der Zwischenprodukte müssen nicht reproduziert werden können. <i>Kontext:</i> Knallgasreaktion in den Mitochondrien? <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Demonstration der stark exergonischen Knallgasreaktion (ggf. Video) und Aufstellung der Reaktionsgleichung, Hypothesenbildung zum Ablauf der analogen Reaktion in den Mitochondrien • Vertiefung des Feinbaus von Mitochondrien bezüglich der Proteinausstattung der inneren Mitochondrienmembran • Veranschaulichung der Redoxreaktionen und des Gefälles der Redoxpotenziale in einem energetischen Modell der Atmungskette (E12) • Analyse der Bedeutung der Verfügbarkeit von Sauerstoff als Endakzeptor der Elektronen und $\text{NADH} + \text{H}^+$ als Elektronendonator zur Aufrechterhaltung des Protonengradienten • Vervollständigung des Schaubilds und Aufstellen einer Gesamtbilanz der Zellatmung (K9) • fakultative Vertiefung weiterer kataboler Reaktionswege, die für den Energiestoffwechsel relevant sind: Oxidation anderer Nährstoffe sowie Abbau eigener Körpersubstanz, Tricarbonsäurezyklus als Stoffwechseldrehscheibe
21. Alkoholische Gärung und Milchsäuregärung	43. stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben und anaeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9),	Welche Bedeutung haben Gärungsprozesse für die Energiegewinnung? (ca. 2 Ustd.)	<i>Kontext:</i> PASTEUR-Effekt: Höherer Glucoseverbrauch von Hefezellen unter anaeroben Bedingungen <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Problematisierung der Auswirkungen von Sauerstoffmangel auf die Glykolyse: Regeneration des NAD^+ bleibt aus (fehlender Endakzeptor für Elektronen in der Atmungskette)

36. Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
44. Stoffwechselregulation auf Enzymebene	45. erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels (S7, E1–4, E11, E12), 46. nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1–4, B5, B7, B9)	Wie beeinflussen Nahrungsergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel? (ca. 6 Ustd.)	• Erläuterung der Stoffwechselreaktionen der alkoholischen Gärung und Milchsäuregärung und deren Bedeutung für die Regeneration von NAD^+ • Verwendung geeigneter Darstellungsformen für den stofflichen und energetischen Vergleich der behandelten Stoffwechselwege (K9) • ggf. Vertiefung: Vergleich der Prozesse bei fakultativen und obligaten Anaerobiern Kontext: Mikronährstoffpräparate beim Sport – Lifestyle oder notwendige Ergänzung? Zentrale Unterrichtssituationen: 32. Reaktivierung des Vorwissens zu enzymatischen Reaktionen und der Enzymregulation durch Aktivatoren und Inhibitoren (→EF) 33. Anwendung des Konzepts der enzymatischen Regulation auf ausgewählte enzymatische Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels (z.B. Feedbackhemmung der Phosphofructokinase) (E12) 34. Reaktivierung der Kenntnisse zu Cofaktoren am Beispiel von Mineralstoff- oder Vitaminpräparaten als Nahrungsergänzungsmittel (NEM) [2,3] 35. angeleitete Recherche zu NEM beim Sport, hierbei besondere Fokussierung auf Quellenherkunft und Intention der Autoren (K4) [4] 36. Bewertungsprozess: Abwägung von Handlungsoptionen und kriteriengeleitete Meinungsbildung sowie Entscheidungsfindung (B9) [5]

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6086	In dieser alternativen Unterrichtssequenz werden die gleichen Inhaltlichen Schwerpunkte und konkretisierten Kompetenzerwartungen des KLP angesteuert, jedoch wird mit der Erarbeitung der Vorgänge in der Atmungskette in die Zellatmung eingestiegen.
2	http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/8/bc/vlu/biokatalyse_enzyme/cofaktoren.vlu/Page/vsc/de/ch/8/bc/biokatalyse/vitamine_coenzyme.vscml.html	Tabellarische Übersicht der Vitamine, die als Coenzyme im Energiestoffwechsel relevant sind
3	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6053	Sachinformationen zum Aufbau von Enzymen,

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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

[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.]

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

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• Speicherung und Realisierung genetischer Information: Bau der DNA, semikonservative Replikation, Transkription, Translation	• leiten ausgehend vom Bau der DNA das Grundprinzip der semikonservativen Replikation aus experimentellen Befunden ab (S1, E1, E9, E11, K10).	Wie wird die identische Verdopplung der DNA vor einer Zellteilung gewährleistet? (ca. 4 Ustd.)	Kontext: Zellteilungen der Zygote nach Befruchtung zentrale Unterrichtssituationen: • Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau der DNA ($\rightarrow$ SI, $\rightarrow$ EF), Erstellung eines Baustein-Modells zur Erklärung der Struktur der DNA [1; 4] • Hypothesengeleitete Auswertung des MESELSON-STAHN-Experimentes zur Erklärung des Replikationsmechanismus und Erläuterung der experimentellen Vorgehensweise [2] • Erklärung der Eigenschaften und Funktionen ausgewählter Enzyme (DNA-Polymerase, DNA-Ligase) für die Prozesse in der Zelle z. B. anhand eines Erklärvideos • Erläuterung des Energiebedarfs bei der DNA-Replikation etwa aufgrund der Desoxynukleosid-Triphosphate als Bausteine für die DNA-Polymerase (Bezug zum Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung)

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	• erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6). • deuten Ergebnisse von Experimenten zum Ablauf der Proteinbiosynthese (u. a. zur Entschlüsselung des genetischen Codes) (S4, E9, E12, K2, K9). • erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6).	Wie wird die genetische Information der DNA zu Genprodukten bei Prokaryoten umgesetzt? (ca. 8 Ustd.) Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen bei der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten?	Kontext: Modellorganismus Bakterium: Erforschung der Proteinbiosynthese an Prokaryoten <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau von Proteinen (→ EF) und Erarbeitung des Problems der Codierung bzw. Decodierung von Informationen auf DNA-Ebene, RNA-Ebene und Proteinebene (Bezug zum Basiskonzept Information und Kommunikation und auch Struktur und Funktion) • Erstellung eines Fließschemas zum grundsätzlichen Ablauf der Proteinbiosynthese (→ SI) unter Berücksichtigung der DNA-, RNA-, Polypeptid- und Proteinebene zur Strukturierung der Informationen • Erläuterung des Ablaufs der Transkription z. B. anhand einer Animation (Eigenschaften und Funktionen der RNA-Polymerase, Erkennen der Transkriptionsrichtung) unter Anwendung der Fachsprache • Erläuterung des Vorgangs der Translation ausgehend von unterschiedlichen modellhaften Darstellungen und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modelle unter Berücksichtigung gemeinsam formulierter Kriterien • Erarbeitung der Eigenschaften des genetischen Codes und Anwendung der Codesonne unter Rückbezug auf das erstellte Fließschema • Berücksichtigung des Energiebedarfs der Proteinbiosynthese (Bezug zum Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung) • Begründung der Verwendung des Begriffs Genprodukt anhand der Gene für tRNA und rRNA • Analyse der Experimente von MATTHAEI und NIRENBERG zur Entschlüsselung des genetischen Codes nach dem naturwissenschaftlichen Weg der Erkenntnisgewinnung [3] und ggf. weiterer Experimente • Reflexion der Fragestellungen und Methoden der ausgewählten Experimente zum Ablauf der Proteinbiosynthese (z. B. hinsichtlich der technischen Möglichkeiten) Kontext: Transkription und Translation bei Eukaryoten <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Aktivierung von Vorwissen zu Kompartimentierung und Organellen (→ EF)

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Genmutationen • PCR • Gelelektrophorese	• erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8). • erläutern PCR und Gelelektrophorese unter anderem als Verfahren zur Feststellung von Genmutationen (S4, S6, E8–10, K11).	(ca. 5 Ustd.) Wie können sich Veränderungen der DNA auf die Genprodukte und den Phänotyp auswirken? (ca. 5 Ustd.) Mit welchen molekularbiologischen Verfahren können zum Beispiel Genmutationen festgestellt werden? (ca. 6 Ustd.)	und Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zum Ablauf der Proteinbiosynthese bei Eukaryoten • Erläuterung modellhafter Darstellungen der Genstruktur (Exons/Introns), Prozessierung der prä-mRNA zur reifen mRNA sowie alternatives Spleißen, posttranslationale Modifikation • Erstellung einer kriteriengeleiteten Tabelle zum Vergleich der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten • Reflexion der größeren Komplexität der Prozesse bei eukaryotischen Zellen im Zusammenhang mit der Kompartimentierung sowie der Differenzierung von Zellen und Geweben (Basiskonzept Struktur und Funktion, Stoff- und Energieumwandlung) <i>Kontext:</i> Resistenzen bei Eukaryoten (z. B. Herzglykosid-Resistenz beim Monarchfalter) [5] <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Aktivierung von Vorwissen zu Genommutationen, Chromosomenmutationen (→ SI, → EF) • Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zur Ursache der Resistenz unter Berücksichtigung der verschiedenen Systemebenen (molekulare Ebene bis Ebene des Organismus) • Ableitung der verschiedenen Typen von Genmutationen unter Berücksichtigung der molekularen Ebenen (DNA, RNA, Protein) sowie der phänotypischen Auswirkungen auf Ebene der Zelle bzw. des Organismus (Einbezug der Basiskonzepte Struktur und Funktion und Information und Kommunikation) • Reflexion der Ursache-Wirkungsbeziehungen unter sprachsensiblen Umgang mit funktionalen und kausalen Erklärungen • Alternativer Kontext: Antibiotika-Resistenz bei Bakterien <i>Kontext:</i> Analyse von Genmutationen (z. B. SARS-CoV-2-Mutanten, Diagnose von Gendefekten oder Resistenzen) [5] <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Erläuterung der PCR-Methode unter Berücksichtigung der Funktionen der Komponenten eines PCR-Ansatzes und des Ablaufs der PCR [6]

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
			• Diskussion der möglichen Fehlerquellen und der Notwendigkeit von Negativkontrollen bei Anwendungen der PCR • Erläuterung des Grundprinzips der DNA-Gelelektrophorese und Anwendung der Verfahren zur Identifikation von Genmutationen durch Wahl der Primer oder ggf. RFLP-Analyse (dann Erklärung der Funktion von Restriktionsenzymen als Werkzeug der Molekularbiologie); Benennung der DNA-Sequenzierung als Technik zur Analyse von Sequenzunterschieden [7]

Weiterführende Materialien:

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

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.]

UV LK-G2: DNA – Regulation der Genexpression und Krebs Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	Fachschaftsinterne Absprachen • ggf. Besuch durch Pharmazeutin oder Pharmazeuten zur Einführung in personalisierte Medizin
Inhaltliche Schwerpunkte: Molekulargenetische Grundlagen des Lebens Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Stoff- und Energieumwandlung: • Energiebedarf am Beispiel von DNA-Replikation und Proteinbiosynthese Information und Kommunikation: • Codierung und Decodierung von Information bei der Proteinbiosynthese Steuerung und Regelung: • Prinzip der Homöostase bei der Regulation der Genaktivität

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung, Histonmodifikation, RNA-Interferenz	• erklären die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren und DNA-Methylierung (S2, S6, E9, K2, K11). • erläutern die Genregulation bei Eukaryoten durch RNA-Interferenz und Histon-Modifikation anhand von Modellen (S5, S6, E4, E5, K1, K10).	Wie wird die Genaktivität bei Eukaryoten gesteuert? (ca. 10 Ustd.)	Kontext: Körperzellen: gleiches Erbgut – unterschiedliche Differenzierung zentrale Unterrichtssituationen: • Erkennen der unterschiedlichen Protein- und RNA-Ausstattung verschiedener menschlicher Zelltypen und Begründung der Phänomene durch zellspezifische Regulation der Genaktivität • Erläuterung der Bedeutung von allgemeinen und spezifischen Transkriptionsfaktoren für die Transkriptionsrate und der zellspezifischen Reaktion auf extrazelluläre Signale wie etwa Myostatin zur Regulation des Muskelwachstums (Basiskonzept Steuerung und Regelung) • Erstellung von Modellen zur Bedeutung epigenetischer Marker (DNA-Methylierung und z. B. Histon-Acetylierung) und kriteriengeleitete Diskussion der verschiedenen Modellierungen auch unter Berücksichtigung des Variablengefüges [1] • Erläuterung des natürlichen Mechanismus der RNA-Interferenz bei Pflanzen

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• Krebs: Krebszellen, Onkogene und Anti-Onkogene, personalisierte Medizin	• begründen Eigenschaften von Krebszellen mit Veränderungen in Proto-Onkogenen und Anti-Onkogenen (Tumor-Suppressorgenen) (S3, S5, S6, E12). • begründen den Einsatz der personalisierten Medizin in der Krebstherapie (S4, S6, E14, K13).	Wie können zelluläre Faktoren zum ungehemmten Wachstum der Krebszellen führen? (ca. 6 Ustd.) Welche Chancen bietet eine personalisierte Krebstherapie? (ca. 4 Ustd.)	und Tieren anhand einer erarbeiteten Modellierung ausgehend von verschiedenen Darstellungen und Präsentation der Ergebnisse [2] • Reflexion des Zusammenspiels der verschiedenen Ebenen der Genregulation bei Eukaryoten unter Bezügen zu den Basiskonzepten Stoff- und Energieumwandlung sowie Steuerung und Regelung <i>Kontext:</i> Krebsentstehung als Deregulation zellulärer Kontrolle des Zellzyklus [3] <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Aktivierung von Vorwissen zur Bedeutung des Zellzyklus und Anwendung von Zellwachstumshemmern (→ EF) • Erläuterung der Eigenschaften von Krebszellen und medizinischer Konsequenzen unter Berücksichtigung der Vielfalt von Tumorzellen (Basiskonzept Steuerung und Regelung) • Modellierung der Wirkweise der von Proto-Onkogenen und Anti-Onkogenen codierten Faktoren (wie etwa RAS und p53) in Bezug auf die Kontrolle des Zellzyklus • Formulierung von Hypothesen zu deren Fehlfunktion aufgrund von Mutationen unter Bezug auf Mechanismen der Genregulation (Basiskonzept Steuerung und Regelung) unter Einbezug der verschiedenen Systemebenen <i>Kontext:</i> Krebstherapie: Ermöglicht eine Personalisierung die Vermeidung von Nebenwirkungen? <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Aktivierung von Vorwissen zur Anwendung von Zellwachstumshemmern (→ EF) • Erläuterung der Nebenwirkungen von Zytostatika ausgehend von generellen Eigenschaften der Tumorzellen • Formulierung von Hypothesen zu Therapieansätzen unter Berücksichtigung der Vielfalt von Tumorzellen und der Verminderung von Nebenwirkungen bei systemischer Behandlung • Begründung einer Genotypisierung zum Beispiel vor der Chemotherapie mit 5-Fluorouracil [4] und ggf. weiterer Ansätze zu individualisierten Behandlungsmethoden [5, 6] (auch Einbezug von mRNA-Techniken ist möglich) auch

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
			unter Berücksichtigung der entstehenden Kosten durch medizinische Forschung und Produktion der Wirkstoffe

Weiterführende Materialien:

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

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.]

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

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie	• analysieren Familienstammbäume und leiten daraus mögliche Konsequenzen für Gentest und Beratung ab (S4, E3, E11, E15, K14, B8).	Welche Bedeutung haben Familienstammbäume für die genetische Beratung betroffener Familien? (ca. 4 Ustd.)	Kontext: Ablauf einer Familienberatung bei genetisch bedingten Erkrankungen zentrale Unterrichtssituationen: • Aktivierung von Vorwissen zur Analyse verschiedener Erbgänge anhand des Ausschlussverfahrens (→ EF) • Reflexion der gewonnenen Erkenntnisse und Begründung der Anwendung von Gentests zur Verifizierung der Ergebnisse • Entwicklung von Handlungsoptionen im Beratungsprozess und Abwägen der Konsequenzen für die Betroffenen • ggf. Einsatz ergänzender Materialien zu genetischer Beratung [1]

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• Gentechnik: Veränderung und Einbau von DNA, Gentherapeutische Verfahren • Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie	• erklären die Herstellung rekombinanter DNA und nehmen zur Nutzung gentechnisch veränderter Organismen Stellung (S1, S8, K4, K13, B2, B3, B9, B12). • bewerten Nutzen und Risiken einer Gentherapie beim Menschen und nehmen zum Einsatz gentherapeutischer Verfahren Stellung (S1, K14, B3, B7–9, B11).	Wie wird rekombinante DNA hergestellt und vermehrt? Welche ethischen Konflikte treten bei der Nutzung gentechnisch veränderter Organismen auf? (ca. 8 Ustd.) Welche ethischen Konflikte treten im Zusammenhang mit gentherapeutischen Behandlungen beim Menschen auf? (ca. 6 Ustd.)	<i>Kontext:</i> Insulinproduktion durch das Bakterium <i>Escherichia coli</i> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Erläuterung der Eigenschaften und Funktionen von gentechnischen Werkzeugen wie Restriktionsenzymen, DNA-Ligase und den Grundelementen eines bakteriellen Vektors sowie der Herstellung rekombinanter DNA und ihrer Vermehrung in Bakterien, ggf. Blau-Weiß-Selektion • Ableitung der erhöhten Komplexität der gentechnischen Manipulation eukaryotischer Systeme • Diskussion der Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen unter Berücksichtigung des Erhalts der Biodiversität, ökonomischer Aspekte, politischer und sozialer Perspektiven, ggf. Einbindung von [2] • Reflexion des Entscheidungsprozesses mit Unterscheidung zwischen deskriptiven und normativen Aussagen sowie Berücksichtigung der Intention der verwendeten Quellen <i>Kontext:</i> Monogene Erbkrankheiten (z. B. Mukoviszidose) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Beschreibung der Unterschiede zwischen somatischer Gentherapie und Keimbahntherapie beim Menschen bei Unterscheidung deskriptiver und normativer Aussagen • Ableitung von Nutzen und Risiken bei somatischer Gentherapie und Keimbahntherapie für Individuum und Gesellschaft, Aufstellen von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen • Reflexion des Bewertungsprozesses aus persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Perspektive • ggf. Erläuterung der Möglichkeiten und Risiken gentherapeutischer Verfahren wie die Anwendung von CRISPR-Cas [3, 4] beim Menschen und Diskussion der relevanten Bewertungskriterien aus verschiedenen Perspektiven

Weiterführende Materialien:

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

UV LK-E1: Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	Fachschaftsinterne Absprachen • ggf. Zoobesuch
Inhaltliche Schwerpunkte: Entstehung und Entwicklung des Lebens Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: • Biologische Sachverhalte betrachten (S) • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Informationen aufbereiten (K)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Individuelle und evolutive Entwicklung: • Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• Synthetische Evolutionstheorie: Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift	• begründen die Veränderungen im Genpool einer Population mit der Wirkung der Evolutionsfaktoren (S2, S5, S6, K7).	Wie lassen sich Veränderungen im Genpool von Populationen erklären? (ca. 6 Ustd.)	Kontext: Schnabelgrößen bei Populationen von Vögeln (z. B. beim Mittleren Grundfink oder Purpurastrilden) zentrale Unterrichtssituationen: • Formulierung von Fragen zur Entwicklung der Merkmalsverteilung bei den Schnabelgrößen und Ableitung von Hypothesen zu den möglichen Ursachen • Erklärung der Variation durch Mutation und Rekombination und der Verschiebung der Merkmalsverteilung in der Population durch Selektion • Analyse der Bedeutung von Zufallseignissen wie Gendrift und ihrem Einfluss auf die Allelvielfalt von Populationen • Erläuterung der Zusammenhänge zwischen den Veränderungen von Merkmalsverteilungen auf phänotypischer Ebene und den Verschiebungen von Allelfrequenzen auf genetischer Ebene unter Berücksichtigung ultimer und

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• Synthetische Evolutionstheorie: adaptiver Wert von Verhalten, Kosten-Nutzen-Analyse, reproduktive Fitness • Sozialverhalten bei Primaten: exogene und endogene Ursachen, Fortpflanzungsverhalten	• erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8). • erläutern das Fortpflanzungsverhalten von Primaten datenbasiert auch unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (S3, S5, E3, E9, K7).	Welche Bedeutung hat die reproduktive Fitness für die Entwicklung von Angepasstheiten? (ca. 2 Ustd.) Wie kann die Entwicklung von angepassten Verhaltensweisen erklärt werden? (ca. 3 Ustd.) Wie lässt sich die Entstehung von Sexualdimorphismus erklären? (ca. 3 Ustd.) Wie lassen sich die Paarungsstrategien und Sozialsysteme bei Primaten erklären? (ca. 4 Ustd.)	proximater Ursachen und der Vermeidung finaler Begründungen <i>Kontext:</i> Abtransport leerer Eierschalen in Lachmöwenkolonien (TINBERGEN-Experiment) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Formulierung von Fragen zur Entwicklung des Verhaltens in Lachmöwenkolonien und Ableitung von Hypothesen unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse [1] • Erläuterung des adaptiven Wertes von Verhalten unter Einbezug der reproduktiven Fitness und Berücksichtigung der Umweltbedingungen. Berücksichtigung proximaler und ultimativer Ursachen und Vermeidung finaler Begründungen [1] • Reflexion der verwendeten Fachsprache im Hinblick auf die Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen <i>Kontext:</i> Rothirsch-Geweih und Pfauenrad <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zum Sexualdimorphismus • Erläuterung der intrasexuellen und intersexuellen Selektion mithilfe einer Kosten-Nutzen-Analyse sowie der reproduktiven Fitness unter Vermeidung finaler Begründungen • Reflexion der Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen sowie der Berücksichtigung ultimativer und proximaler Ursachen <i>Kontext:</i> Variabilität der Paarungsstrategien und Sozialsysteme bei Primaten <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Ableitung der Zusammenhänge zwischen Reproduktionserfolg, ökologischer Situation und Paarungsstrategie für Männchen bzw. Weibchen und Entwicklung von Hypothesen zu den Strategien z. B. bei Krallenaffen [2] • Erläuterung der endogenen und exogenen Ursachen von Fortpflanzungsverhalten unter der Berücksichtigung proximaler und ultimativer Erklärungen und

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Synthetische Evolutionstheorie: Koevolution	erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8).	Welche Prozesse laufen bei der Koevolution ab? (ca. 2 Ustd.)	der Vermeidung finaler Begründungen <i>Kontext:</i> Orchideen-Schwärmer und Stern von Madagaskar (Bestäuber-Blüte-Koevolution) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> - Anwendung der Synthetischen Evolutionstheorie auf das System Bestäuber-Blüte unter Berücksichtigung der jeweiligen Selektionsvorteile und Selektionsnachteile für die beiden Arten sowie Vermeidung finaler Begründungen - Ableitung einer Definition für Koevolution und Erläuterung verschiedener koevolutiver Beziehungen unter Berücksichtigung ultimativer und proximaler Ursachen und Vermeidung finaler Aussagen - Zusammenfassung der Erklärungsansätze für evolutive Prozesse auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung der Fachsprache

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

UV LK-E2: Stammbäume und Verwandtschaft Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	Fachschaftsinterne Absprachen
Inhaltliche Schwerpunkte: Entstehung und Entwicklung des Lebens Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E) • Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) • Informationen aufbereiten (K)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Individuelle und evolutive Entwicklung: • Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• Stammbäume und Verwandtschaft: Artbildung, Biodiversität, populationsgenetischer Artbegriff, Isolation	• erklären Prozesse des Artwandels und der Artbildung mithilfe der Synthetischen Evolutionstheorie (S4, S6, S7, E12, K6, K7).	Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen? (ca. 4 Ustd.)	Kontext: Vielfalt der Finken auf den Galapagos-Inseln zentrale Unterrichtssituationen: • Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zur Evolution der Darwin-Finken unter Verwendung der Fachsprache • Erläuterung der adaptiven Radiation der Finkenarten auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung des Konzepts der ökologischen Nische sowie der Vernetzung verschiedener Systemebenen • Ableitung des populationsgenetischen Artbegriffs und Anwendung auf Prozes-

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• molekularbiologische Homologien, ursprüngliche und abgeleitete Merkmale	• 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).	Welche molekularen Merkmale deuten auf eine phylogenetische Verwandtschaft hin? (ca. 3 Ustd.) Wie lässt sich die phylogenetische Verwandtschaft auf verschiedenen Ebenen ermitteln, darstellen und analysieren? (ca. 4 Ustd.)	se der allopatrischen und sympatrischen Artbildung • Erläuterung der Bedeutung prä- und postzygotischer Isolationsmechanismen • Reflexion der ultimativen und proximalen Ursachen für Artwandel und Artbildung und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der genutzten Modelle <i>Kontext:</i> Universalhomologien und genetische Variabilität – ein Widerspruch? <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Ableitung der molekularen Ähnlichkeiten aller Lebewesen auf DNA-, RNA- und Proteinebene sowie in Bezug auf grundsätzliche Übereinstimmungen bei der Proteinbiosynthese • Deutung molekularbiologischer Homologien bei konservierten Genen einerseits und sehr variablen Genen andererseits bei Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen • Ableitung phylogenetischer Verwandtschaften auf Basis des Sparsamkeitsprinzips und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen <i>Kontext:</i> Ein ausgestorbenes Säugetier mit ungewöhnlichen Merkmalen: Macrauchenia <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zur Verwandtschaft von Macrauchenia mit rezenten Wirbeltieren bzw. Huftieren auf der Basis morphologischer Vergleiche [1] • Deutung der molekularen Ähnlichkeiten des Kollagens und Analyse des phylogenetischen Stammbaums unter Berücksichtigung möglicher Fehlerquellen • Erläuterung der Verwendung morphologischer und molekularer Daten zur Erstellung von Stammbäumen und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen <i>Kontext:</i> Vielfalt einer Genfamilie (z. B. Hämoglobin-Gene) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Darstellung der molekularen Ähnlichkeiten auf DNA- und Proteinebene • Erklärung der Entstehung einer Genfamilie ausgehend von Genduplikationen

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• Synthetische Evolutionstheorie: Abgrenzung von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen	• deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8). • begründen die Abgrenzung der Synthetischen Evolutionstheorie gegen nicht-naturwissenschaftliche Positionen und nehmen zu diesen Stellung (E15–E17, K4, K13, B1, B2, B5).	Wie lassen sich konvergente Entwicklungen erkennen? (ca. 3 Ustd.) Wie lässt sich die Synthetische Evolutionstheorie von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen abgrenzen? (ca. 2 Ustd.)	und unabhängiger Entwicklung der einzelnen Genvarianten • Diskussion der Evolution von Genfamilien anhand von Gen-Stammbäumen und Abgrenzung zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen Kontext: Wiederholt sich die Evolution? – Unabhängige Mutationen (z. B. in Myoglobin-Genen [2]) zentrale Unterrichtssituationen: • Deutung der Übereinstimmungen im Hinblick auf die phylogenetische Verwandtschaft von Arten auf der einen Seite und den unabhängig voneinander entstandenen Mutationen auf der anderen Seite • Reflexion des Phänomens konvergenter Entwicklungen unter Einbezug der Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels (Basiskonzept Individuelle und evolutive Entwicklung) Kontext: Intelligent Design – eine Pseudowissenschaft zentrale Unterrichtssituationen: • Erläuterung der Merkmale naturwissenschaftlicher Theorien unter Berücksichtigung der Evidenzbasierung sowie Begründung der Einordnung des Intelligent Design als Pseudowissenschaft • Reflexion der verschiedenen Betrachtungsweisen evolutiver Prozesse durch Religion, Philosophie und Naturwissenschaften unter Berücksichtigung der Intention der jeweiligen Quelle

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6092	In diesem Zusatzmaterial sind Sachinformationen für Lehrkräfte zur Evolution der vor etwa 10 000 Jahren ausgestorbenen Gattung Macrauchenia zusammengefasst, deren systematische Zugehörigkeit durch molekulare Analysen ermittelt werden konnte.

2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6077	Dieses Zusatzmaterial erläutert durch Sachinformationen für Lehrkräfte, wie ausgehend von einer vorliegenden Klausuraufgabe die konvergente Entwicklung molekularer Anpassungen im Unterricht erarbeitet werden kann.
---	---	---

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

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

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• Evolution des Menschen und kulturelle Evolution: Ursprung, Fossilgeschichte, Stammbäume und	• diskutieren wissenschaftliche Befunde und Hypothesen zur Humanevolution auch unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit (S4, E9, E12, E15, K7, K8).	Wie kann die Evolution des Menschen anhand von morphologischen und molekularen Hinweisen nachvollzogen werden? (ca. 7 Ustd.)	Kontext: Stammbusch des Menschen – ein dynamisches Modell zentrale Unterrichtssituationen: • 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

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Verbreitung des heutigen Menschen, Werkzeuggebrauch, Sprachentwicklung	• die Bedeutung der kulturellen Evolution für soziale Lebewesen analysieren (E9, E14, K7, K8, B2, B9).	Welche Bedeutung hat die kulturelle Evolution für den Menschen und andere soziale Lebewesen? (ca. 3 Ustd.)	finaler Begründungen • Erläuterung von Trends in der Hominidenevolution auf Basis von Schädelvergleichen und Reflexion der Vorläufigkeit der Erkenntnisse aufgrund der lückenhaften Fossilgeschichte • Diskussion der „Out-of-Africa“-Theorie unter Einbezug der Fossilgeschichte und genetischer Daten zu Neandertaler und Denisova-Mensch und Erläuterung der genetischen Vielfalt des modernen Menschen Kontext: Kultur und Tradition – typisch Mensch? zentrale Unterrichtssituationen: • Erläuterung der Begriffe Kultur und Tradition im Kontext der Humanevolution mit Einbezug des Werkzeuggebrauchs und der Sprachentwicklung unter Unterscheidung funktionaler und kausaler Erklärungen • Reflexion ultimer und proximaler Erklärungen zur kulturellen Evolution des Menschen unter Vermeidung finaler Begründungen • Analyse von Kommunikation und Tradition bei sozial lebenden Tieren (Werkzeuggebrauch bei Schimpansen, Jagdtechniken bei Orcas oder Delfinen) und multiperspektivische Diskussion ihrer Bedeutung

UV LK-N1: Erregungsentstehung und Erregungsleitung an einem Neuron Inhaltsfeld 2: Neurobiologie Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	Fachschaftsinterne Absprachen
Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlagen der Informationsverarbeitung, Fachliche Verfahren: Potenzialmessungen, neurophysiologische Verfahren Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: 1. Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) 2. Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) 3. Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: • Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Transmitter und Rezeptorprotein Stoff- und Energieumwandlung: • Energiebedarf des neuronalen Systems Steuerung und Regelung: • Positive Rückkopplung bei der Entstehung von Aktionspotenzialen Individuelle und evolutive Entwicklung: • Zelldifferenzierung am Beispiel der Myelinisierung von Axonen bei Wirbeltieren

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• Bau und Funktionen von Nervenzellen: Ruhepotenzial	• erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12). • entwickeln theoriegeleitet Hypothesen	Wie ermöglicht die Struktur eines Neurons die Aufnahme und Weitergabe von Informationen? (ca. 12 Ustd.)	Kontext: Das Neuron: Die spezialisierte Grundeinheit aller Nervensysteme (→ SI, → EF) zentrale Unterrichtssituationen: 4. Vorstellung der strukturellen Merkmale einer Nervenzelle im Gegensatz zu den bisher bekannten Zelltypen (→ EF), hinsichtlich der Gliederung in Dendriten, Soma, Axon 5. Darstellung des Zusammenhangs von Struktur und Funktion [1] 6. Aufzeigen der Möglichkeiten und Grenzen eines Neuron-Modells, z. B. durch den Vergleich einer schematischen Abbildung mit Realaufnahmen von Nervenzellen Kontext:

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• Bau und Funktionen von Nerven-zellen: Aktionspotenzial • neurophysiologische Verfahren, Potenzialmessungen • Bau und Funktionen von Nervenzellen: Erregungsleitung	zur Aufrechterhaltung und Beeinflussung des Ruhepotenzials (S4, E3). • erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge und stellen die Anwendung eines zugehörigen neurophysiologischen Verfahrens dar (S3, E14). • vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an (S6, E1–3).		Nervenzellen unter Spannung: Die Ionentheorie des Ruhepotenzials <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> 7. Wiederholung der Transportmechanismen an Membranen (→ EF) 8. 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>) 9. Entwicklung von Hypothesen zur Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials und Erläuterung der Bedeutung von Natrium-Kalium-Ionenpumpen 10. Auswertung eines Experiments zur Beeinflussung des Ruhepotenzials (z. B. USSING-Kammer: [2]) <i>Kontext:</i> Neuronen in Aktion: schnelle und zielgerichtete Informationsweiterleitung <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • ggf. Einstieg: Reaktionstest mit Lineal [3] 11. Erläuterung der Veränderungen der Ionenverteilung an der Membran beim Wechsel vom Ruhe- zum Aktionspotenzial, Phasen des Aktionspotenzials, korrekte Verwendung der Fachsprache 12. Beschreibung einer Versuchsanordnung zur Untersuchung von Potenzialänderungen an Neuronen 13. begründete Zuordnung von molekularen Vorgängen an der Axonmembran zu den passenden Kurven-Diagrammen (Potenzialmessung) [4, 5] 14. Auswertung eines Experiments zur Erforschung oder Beeinflussung des Aktionspotenzials, z. B. durch Blockade der spannungsgesteuerten Ionenkanäle 15. ggf. Vertiefung der Kenntnisse zur Informationsweiterleitung durch Bearbeitung der IQB-Aufgabe Schmerzen [6] <i>Kontext:</i> Vergleich von sofortigem und langsam einsetzendem Schmerz <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> 16. Beschreibung des Phänomens der unterschiedlich schnellen Schmerzwahrnehmung, Aufstellen einer Forschungsfrage und Hypothesenbildung [7] 17. modellgestützte Erarbeitung der beiden Erregungsleitungstypen und

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
			tabellarische Gegenüberstellung von schnellen Aδ-Fasern und langsameren C-Fasern [8] 18. Erarbeitung der zwei grundsätzlichen Möglichkeiten einer Steigerung der Weiterleitungsgeschwindigkeit, z. B. anhand einer Datentabelle: Erhöhung des Axondurchmessers (Bsp. <i>Loligo vulgaris</i>) oder Myelinisierung 19. fakultativ: Ableitung ultimativer Ursachen für schnelle und langsame Erregungsleitung bei Wirbeltieren
• Störungen des neuronalen Systems	• analysieren die Folgen einer neuronalen Störung aus individueller und gesellschaftlicher Perspektive (S3, K1–4, B2, B6).	Wie kann eine Störung des neuronalen Systems die Informationsweitergabe beeinflussen? (ca. 2 Ustd.)	Kontext: Multiple Sklerose als Beispiel für eine neurodegenerative Erkrankung zentrale Unterrichtssituationen: 20. Erarbeitung des Krankheitsbildes: Autoimmunerkrankung, bei der die Myelinscheiden im ZNS zerstört werden [9] 21. Analyse der Folgen einer neurodegenerativen Erkrankung für Individuum und Gesellschaft (B2, B6)
• Bau und Funktionen von Nervenzellen: primäre und sekundäre Sinneszelle, Rezeptorpotenzial	• erläutern das Prinzip der Signaltransduktion bei primären und sekundären Sinneszellen (S2, K6, K10).	Wie werden Reize aufgenommen und zu Signalen umgewandelt? (ca. 4 Ustd.)	Kontext: „Das sieht aber lecker aus!“ – Sinneszellen und ihre adäquaten Reize zentrale Unterrichtssituationen: 22. Sensibilisierung für die biologischen Voraussetzungen einer Reizaufnahme und die damit verbundenen Einschränkungen der Wahrnehmung 23. Erarbeitung der Entstehung eines Rezeptorpotenzials in einer primären Sinneszelle (z. B. einer Riechsinneszelle), Darstellung der Signaltransduktion, die zur Auslösung von Aktionspotenzialen führt 24. Vergleich der Funktionsweise mit einer sekundären Sinneszelle, z. B. einer Geschmackssinneszelle 25. Hypothesenbildung zur Codierung der Reizstärke, Visualisierung der Zusammenhänge zwischen Reizstärke, Rezeptorpotenzial und Frequenz der Aktionspotenziale

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8273	Arbeitsmaterial „Bau und Funktion von Neuronen“
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8268	Arbeitsmaterial „Ruhepotenzial - Theoretische Modellexperimente“

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

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.]

UV LK-N2: Informationsweitergabe über Zellgrenzen Inhaltsfeld 2: Neurobiologie Zeitbedarf: ca. 14 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	Fachschaftsinterne Absprachen • Erstellung von Erklärfilmen zur Synapse
Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlagen der Informationsverarbeitung, Neuronale Plastizität Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: 26. Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) 27. Informationen aufbereiten (K) 28. Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: • Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Transmitter und Rezeptorprotein Stoff- und Energieumwandlung: • Energiebedarf des neuronalen Systems Information und Kommunikation: • Codierung und Decodierung von Information an Synapsen

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse	• erklären die Erregungsübertragung an einer Synapse und erläutern die Auswirkungen exogener Substanzen (S1, S6, E12, K9, B1, B6). • erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge und stellen die Anwendung eines zugehörigen neurophysiologischen Verfahrens dar (S3, E14).	Wie erfolgt die Erregungsleitung vom Neuron zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese beeinflusst werden? (ca. 8 Ustd.)	Kontext: Funktionsweise von Synapsen und deren Beeinflussung (z. B. durch Botox) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> 29. Modellhafte Darstellung der Funktionsweise einer erregenden chemischen Synapse (z. B. cholinerge Synapse) [1] 30. Vertiefung der Funktion einer neuromuskulären Synapse durch Erarbeitung der Einwirkung von z. B. Botox, Berücksichtigung von Messwerten an einer unbehandelten und behandelten Synapse <i>Kontext:</i> Warum hilft Kratzen gegen Juckreiz? <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• Verrechnung: Funktion einer hemmenden Synapse, räumliche und zeitliche Summation • Stoffeinwirkung an Synapsen	• erläutern die Bedeutung der Verrechnung von Potenzialen für die Erregungsleitung (S2, K11). • nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9).		31. 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]) 32. Auswertung von Potenzialdarstellungen hinsichtlich der Verrechnung von Potenzialen [3,4] 33. Anwendung der Hemmung am Beispiel der Linderung des Juckreizes durch Kratzen [5] 34. ggf. Einsatz der Lernaufgabe „Giftcocktail von Meeresschnecken“ zur Vertiefung der Stoffeinwirkung an Synapsen [6] <i>Kontext:</i> Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> 35. 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. 36. Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können [7, 8, 9]
• Zelluläre Prozesse des Lernens	• erläutern die synaptische Plastizität auf der zellulären Ebene und leiten ihre Bedeutung für den Prozess des Lernens ab (S2, S6, E12, K1).	Wie kann Lernen auf neuronaler Ebene erklärt werden? (ca. 4 Ustd.)	<i>Kontext:</i> Lernen verändert das Gehirn <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> 37. Erarbeitung der synaptischen Plastizität auf zellulärer Ebene als aktivitätsabhängige Änderung der Stärke der synaptischen Übertragung (S6, E12, K1) [10] 38. 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] 39. ggf. Planung und Durchführung von Lernexperimenten (Zusammenhang zwischen Wiederholung und Lernerfolg, Einfluss von Ablenkung auf erfolgreiches Lernen)

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
			40. 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).	Wie wirken neuronales System und Hormonsystem bei der Stressreaktion zusammen? (ca. 2 Ustd.)	Kontext: Körperliche Reaktionen auf Schulstress <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> 41. Reaktivierung von Wissen zu Hormonen (→ Sek I) 42. Erarbeitung der wesentlichen Merkmale des hormonellen Systems beim Menschen 43. Vergleich der Unterschiede zwischen dem neuronalen und dem hormonellen System und Ableitung der Verschränkung beider Systeme [12] 44. ggf. Vertiefung durch Recherche der Bedeutung von Eustress oder der Bedeutung von Entspannungsphasen z. B. in Prüfungszeiten

Weiterführende Materialien:

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

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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

[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.]

10. Qualifikationsphase - Grundkurs

UV GK-Ö1: Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten		Fachschaftsinterne Absprachen 22. Exkursion zu einer schulnahen Wiese	
Inhaltliche Schwerpunkte: Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Fachliches Verfahren: Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: 23. Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) 24. Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E) 25. Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) 26. Informationen aufbereiten (K)		Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: • Kompartimentierung in Ökosystemebenen Steuerung und Regelung: • Positive und negative Rückkopplung ermöglichen Toleranz Individuelle und evolutive Entwicklung: • Angepasstheit an abiotische und biotische Faktoren	
• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen

27. Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren.	28. erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem (S5–7, K8).	Welche Forschungsgebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Ökologie? (ca. 3 Ustd.)	Kontext: Modellökosysteme, z.B. Flaschengarten Zentrale Unterrichtssituationen: 37. Reaktivierung des Vorwissens zu zentralen Begriffen der Ökologie (→ S1) 38. Darstellung des Wirkungsgefüges von Umweltfaktoren, Lebensvorgängen und Wechselbeziehungen von Lebewesen im gewählten Modellökosystem mit Hilfe einer Concept Map 39. Präsentation der Zusammenhänge unter Berücksichtigung kausaler Erklärungen und der Vernetzung von Systemebenen (S5–7, K8) 40. 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)
41. Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven	29. untersuchen auf der Grundlage von Daten die physiologische und ökologische Potenz von Lebewesen (S7, E1-3, E9, E13).	Inwiefern bedingen abiotische Faktoren die Verbreitung von Lebewesen? (ca. 5 Ustd.)	Kontext: Eine Frage der Perspektive – Für Wüstenspringmäuse ist die Wüste kein extremer Lebensraum Zentrale Unterrichtssituationen: - 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) - Interpretation von Toleranzkurven eurythermer und stenothermer Lebewesen. - Erklärung der unterschiedlichen physiologischen Temperatortoleranz ausgewählter Lebewesen unter Berücksichtigung des Basiskonzepts Steuerung und Regelung - Erweiterung des Konzepts der physiologischen Toleranz durch die Analyse von Daten aus Mehrfaktorenexperimenten, kritische Betrachtung der Übertragbarkeit der in Laborversuchen gewonnenen Daten auf die Situation im Freiland (E13)
42. Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz, 43. Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische Potenz 44. Ökologische	30. analysieren die Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- und interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6–K8). 31. erläutern die ökologische Nische als Wirkungsgefüge (S4, S7, E17, K7, K8).	Welche Auswirkungen hat die Konkurrenz um Ressourcen an realen Standorten auf die Verbreitung von Arten? (ca. 5 Ustd.)	Kontext: Vergleich der Standortbedingungen für ausgewählte Arten in Mono- und Mischkultur Zentrale Unterrichtssituationen: Erläuterung des Konkurrenzbegriffs am Beispiel der intra- und der interspezifischen Konkurrenz, z. B. von Baumarten oder Gräsern in Mono- und Mischkultur (S7) Erklärung der ökologischen Potenz mit dem Zusammenwirken von physiologischer Toleranz und der Konkurrenzstärke um Ressourcen (E9, K6–8)

Nische			Erläuterung des Konzepts der „ökologischen Nische“ als Wirkungsgefüge aller biotischen und abiotischen Faktoren, die das Überleben der Art ermöglichen (vertiefende Erarbeitung der Merkmale interspezifischer Beziehungen → UV 2 Ökologie) Herausstellen der Mehrdimensionalität des Nischenmodells und der ultimativen Erklärung der Einnischung (K7, E17)
1. Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen, 2. Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal	3. bestimmen Arten in einem ausgewählten Areal und begründen ihr Vorkommen mit dort erfassten ökologischen Faktoren (E3, E4, E7–9, E15, K8). 4. analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14).	Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden? (ca. 3 Ustd.) + Exkursion	Kontext: Fettwiese oder Magerrasen? – Zeigerpflanzen geben Aufschluss über den Zustand von Ökosystemen Zentrale Unterrichtssituationen: - 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] - Sensibilisierung für den Zusammenhang von Korrelation und Kausalität (K8) und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses (E15) - Internetrecherche zur ökologischen Problematik von intensiver Grünlandbewirtschaftung (Fettwiesen), Begründung von Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen von heimischen, artenreichen Magerwiesen (K11–14) [2,3]

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 13.01.2023

[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.]

UV GK-Ö2: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 9 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	Fachschaftsinterne Absprachen
Inhaltliche Schwerpunkte: Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: 32. Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) 33. Informationen aufbereiten (K) 34. Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K) 35. Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: • Kompartimentierung in Ökosystemebenen Individuelle und evolutive Entwicklung: • Anpasstheit an abiotische und biotische Faktoren

36. Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
45. Interspezifische Beziehungen: Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen	46. analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6-K8).	In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar? (ca. 5 Ustd.)	Kontext: Gut vernetzt – Wechselwirkungen in Biozönosen Zentrale Unterrichtssituationen: - Beschreibung der charakteristischen Merkmale von Konkurrenz (→ UV1 Ökologie), Räuber-Beute-Beziehung, Parasitismus, Mutualismus und Symbiose an aussagekräftigen Beispielen. Ggf. Präsentationen zu den Wechselwirkungen unter Berücksichtigung der Fachsprache und der Unterscheidung von funktionalen und kausalen Erklärungen (K6, K8) - Analyse der Anpasstheiten ausgewählter interagierender Arten auf morphologischer und physiologischer Ebene, z. B. bei Symbiose (K7) - Analyse von Daten zu Wechselwirkungen und Bildung von Hypothesen zur vorliegenden Beziehungsform [1], Reflexion der Datenerfassung (z. B. Diskrepanz zwischen Labor- und Freilandbedingungen, Methodik) (E9)

36. Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
5. Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität	6. erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10).	Wie können Aspekte der Nachhaltigkeit im Ökosystemmanagement verankert werden? (ca. 4 Ustd.)	Kontext: Pestizideinsatz in der Landwirtschaft Zentrale Unterrichtssituationen: 47. Analyse eines Fallbeispiels zur chemischen Schädlingsbekämpfung mit Pestizideinsatz (K12) 48. 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]

Weiterführende Materialien:

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

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.]

UV GK-Ö3: Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 9 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	
Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel, Fachliche Verfahren Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: 37. Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) 38. Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K) 39. Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) 40. Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: • Kompartimentierung in Ökosystemebenen Stoff- und Energieumwandlung: • Stoffkreisläufe in Ökosystemen

41. Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
-------------------------	---	---------------------------	---

41. Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
3. Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz	42. analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5).	In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften durch Energiefluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbindung? (ca. 4 Ustd.)	Kontext: Nahrungsbeziehungen und ökologischer Wirkungsgrad Zentrale Unterrichtssituationen: 3. 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) 4. Erläuterung der Bedeutung der einzelnen Trophieebenen in Stoffkreisläufen (→ IF Stoffwechselphysiologie) 5. Interpretation der Unterschiede der Stoffspeicherung und des Stoffflusses in terrestrischen und aquatischen Systemen anhand von Biomassepyramiden und Produktionswertpyramiden (K5, E14) 6. Interpretation von grafischen Darstellungen zum Energiefluss in einem Ökosystem unter Berücksichtigung des ökologischen Wirkungsgrads der jeweiligen Trophieebene 7. Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der modellhaften Darstellungen (E12) 8. ggf. Anwendung der erworbenen Kenntnisse am Beispiel des Flächen- und Energiebedarfs für die Fleischproduktion auf Grundlage von Untersuchungsbefunden (E14) [1]
4. Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf		Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant? (ca. 2 Ustd.)	Kontext: Kohlenstoffkreislauf und Klimaschutz Zentrale Unterrichtssituationen: 43. Darstellung der Austauschwege im Kohlenstoffkreislauf zwischen den Sphären der Erde (Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre, Biosphäre) [2,3] 44. Unterscheidung von langfristigem und kurzfristigem Kohlenstoffkreislauf und Erläuterung der Umweltschädlichkeit von fossilen Energiequellen in Bezug auf die Erderwärmung (E14)
45. Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts	46. 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).	Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden? (ca. 3 Ustd.)	Kontext: Aktuelle Debatte um den Einfluss des Menschen auf den Klimawandel Zentrale Unterrichtssituationen: • Angeleitete Recherche zu den geografischen, zeitlichen und sozialen Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffekts sowie zu den beschlossenen Maßnahmen [4] • Entwicklung von Kriterien für die Bewertung der Maßnahmen unter Berücksichtigung der Dimensionen für globale Entwicklung (Umwelt, Soziales, Wirtschaft) sowie

41. Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
			Abschätzung der Wirksamkeit der Maßnahmen (B4, B7, K14, B12) • Erkennen der Grenzen der wissenschaftlichen Wissensproduktion und der Akzeptanz vorläufiger und hypothetischer Aussagen, die auf einer umfassenden Datenanalyse beruhen (E16)

Weiterführende Materialien:

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

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.]

UV GK-S1: Energieumwandlung in lebenden Systemen Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie Zeitbedarf: ca. 5 Unterrichtsstunden à 45 Minuten			
Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: 47. Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)			Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: • Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse zeitgleich in einer Zelle. Stoff- und Energieumwandlung: • Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen
48. Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen

UV GK-S1: Energieumwandlung in lebenden Systemen Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie Zeitbedarf: ca. 5 Unterrichtsstunden à 45 Minuten			
Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: 47. Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)			Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: - Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse zeitgleich in einer Zelle. Stoff- und Energieumwandlung: - Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen
48. Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
49. Energieumwandlung 50. Energieentwertung 51. Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel 52. ATP-ADP-System 53. Stofftransport zwischen den Kompartimenten 54. Chemiosmotische ATP-Bildung	55. stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9).	Wie wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in nutzbare Energie um? (ca. 5 Ustd.)	Kontext: Leben und Energie - Lebensvorgänge in Zellen können nur mit Energiezufuhr ablaufen. Zentrale Unterrichtssituationen: 56. Reaktivierung des Vorwissens zur Energieumwandlung in lebenden Systemen (→EF), insbesondere: Zusammenhang von abbauendem und aufbauendem Stoffwechsel, energetische Kopplung von Reaktionen, Bedeutung der Moleküle NADH+H ⁺ und ATP 57. Erarbeitung des Modells eines technischen Kraftwerks (z.B. Pumpspeicherkraftwerk) zur Verdeutlichung der Energieumwandlung, dabei Aktivierung von Vorwissen zum Energieerhaltungssatz (→Physik Sek I) [1] 58. Beschreibung der grundlegenden Funktionsweise des Transmembranproteins ATP-Synthase in lebenden Systemen 59. Übertragung der Modellvorstellung des Pumpspeicherkraftwerkes auf die Zelle: Die elektrische Energie entspricht der chemischen Energie des ATP, die Turbine entspricht der ATP-Synthase [2] Anmerkung: Für die verbindliche Reihenfolge im Curriculum beschließt die Fachschaft, hier entweder UV 2 (Zellatmung) oder UV 3 (Fotosynthese) anzuschließen. In diesem Vorschlag wird mit UV 2 (Zellatmung) begonnen und UV 3 (Fotosynthese) in zeitlicher Nähe des nachfolgenden Inhaltsfeldes Ökologie unterrichtet.

Weiterführende Materialien:

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

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.]

UV GK-S2: Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	
Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel, Fachliche Verfahren: Chromatografie Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: 7. Biologische Sachverhalte betrachten (S) 8. Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) 9. Informationen aufbereiten (K)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Stoff- und Energieumwandlung: • Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen Individuelle und evolutive Entwicklung: • Zelldifferenzierung bei fotosynthetisch aktiven Zellen

10. Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
-------------------------	---	---------------------------	---

10. Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
11. Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren	12. analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11).	Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von Pflanzen abhängig? (ca. 4 Ustd.)	<i>Kontext:</i> Solarenergie sichert unsere Ernährung – Pflanzen sind Selbstversorger und Primärproduzenten <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> 47. Reaktivierung der Bruttogleichung der Fotosynthese (→ Sek I) und Beschreibung der Stärke- und Sauerstoffproduktion als ein Maß für die Fotosyntheseaktivität. 48. 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) 49. Auswertung der Ergebnisse, Abgleich mit Literaturwerten und Rückbezug auf Hypothesen (E 9–11)
60. Funktionale Anpasstheiten: Blattaufbau	13. erklären funktionale Anpasstheiten an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4, S5, S6, E3, K6–8).	Welche Blattstrukturen sind für die Fotosynthese von Bedeutung? (ca. 4 Ustd.)	<i>Kontext:</i> Stärkenachweis in panaschierten Blättern – die Fotosynthese findet nur in grünen Pflanzenteilen statt <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> 50. Reaktivierung der Kenntnisse zum Aufbau eines Laubblatts (→EF), Erläuterung der morphologischen Strukturen, die für die Fotosyntheseaktivität von Landpflanzen bedeutend sind 51. Erläuterung von Struktur-Funktions-Zusammenhängen für unterschiedliche Gewebe im schematischen Blattquerschnitt, dabei Berücksichtigung der Versorgung fotosynthetisch aktiver Zellen mit Kohlenstoffdioxid, Wasser und Lichtenergie 52. Mikroskopie eines Abziehpräparats der unteren Blattepidermis und Hypothesenbildung zur Regulation des Gasaustausches und der Transpiration durch Schließzellen [3] 53. Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zu Anpasstheiten von Sonnen- und Schattenblättern (E3), Auswertung von Daten zur Fotosyntheserate 54. ggf. Korrektur finaler Erklärungen der Anpasstheiten (K7)
14. Funktionale Anpasstheiten:	16. erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch	Welche Funktionen haben Fotosynthesepigmente?	<i>Kontext:</i> Der ENGELMANN-Versuch- Die Fotosyntheseleistung ist abhängig von der

10. Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, Feinbau Chloroplast 15. Chromatografie	Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13).	(ca. 3 Ustd.)	Wellenlänge des Lichts. <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Auswertung des ENGELMANN-Versuchs und Erklärung des ungleichmäßigen Bakterienwachstums entlang der fädigen Alge [4] 55. Herstellen eines Zusammenhangs zwischen dem Absorptionsspektrum einer Rohchlorophylllösung und dem Wirkungsspektrum der Fotosynthese 56. Sachgemäße Durchführung der DC-Chromatografie und Identifikation der Pigmente [5] (E4) 57. Wiederholung des Feinbaus eines Chloroplasten und Verortung der Pigmente in der Thylakoidmembran 58. Reflexion des Erkenntnisgewinnungsprozesses (z.B. Einsatz analytischer Verfahren, historischer Experimente und Modelle) (E13)
17. Chemosmotische ATP-Bildung 18. Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen, 19. Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration 20. Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel	21. erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der Fotosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht (S2, S7, E2, K9).	Wie erfolgt die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie? (ca. 7 Ustd.)	<i>Kontext:</i> Chloroplasten als Lichtwandler – Wie erfolgt die Synthese von Glucose mit Hilfe von Sonnenlicht? <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> 59. 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) 60. Erläuterung der wesentlichen Vorgänge in der Lichtreaktion (Fotolyse des Wassers, Elektronentransport und Bildung von NADPH+ H⁺) anhand eines einfachen Schaubildes, Reaktivierung der Kenntnisse zur chemiosmotischen ATP-Bildung (→UV1) 61. 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 62. Vervollständigung des Übersichtsschemas zur Veranschaulichung des stofflichen und energetischen Zusammenhangs der Teilreaktionen 63. Darstellung des Zusammenwirkens von Chloroplasten und Mitochondrien in einer Pflanzenzelle für die Aufrechterhaltung der Lebensvorgänge in einer Pflanzenzelle

Weiterführende Materialien:

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

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.]

UV GK-S3: Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie Zeitbedarf: ca. 11 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	
Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: 61. Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) 62. Informationen erschließen (K) 63. Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: • Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse zeitgleich in einer Zelle. Stoff- und Energieumwandlung: • Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen Steuerung und Regelung: • Negative Rückkopplung in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels

22. Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
-------------------------	---	---------------------------	--

22. Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
23. Feinbau Mitochondrium 24. Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäure-zyklus und Atmungskette 25. Redoxreaktionen	26. stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9).	Wie kann die Zelle durch den schrittweisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen? (ca. 6 Ustd.)	Kontext: Keine Power ohne Nahrung – Bei heterotrophen Organismen ist die ATP-Synthese an die Oxidation von Nährstoffmolekülen gekoppelt. [1] Zentrale Unterrichtssituationen: 9. 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) 10. 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 11. 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 12. Aufstellung einer Gesamtbilanz aus den ersten drei Schritten und Abgleich mit der Bruttogleichung der Zellatmung Hinweis: Strukturformeln der Zwischenprodukte müssen nicht reproduziert werden können. 13. Veranschaulichung des Elektronentransports in der Atmungskette und des Protonentransports durch die Membran anhand einer vereinfachten Darstellung (K9) 14. Analyse der Bedeutung der Verfügbarkeit von Sauerstoff als Endakzeptor der Elektronen und $\text{NADH} + \text{H}^+$ als Elektronendonator zur Aufrechterhaltung des Protonengradienten 15. Vervollständigung des Übersichtsschemas und Aufstellen einer Gesamtbilanz der Zellatmung (K9)
27. Stoffwechselregulation auf Enzymebene	28. erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels (S7, E1–4, E11, E12). 29. nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1–4, B5, B7, B9).	Wie beeinflussen Nahrungsergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel? (ca. 5 Ustd.)	Kontext: Mikronährstoffpräparate beim Sport – Lifestyle oder notwendige Ergänzung? Zentrale Unterrichtssituationen: 64. Reaktivierung des Vorwissens zu enzymatischen Reaktionen und der Enzymregulation durch Aktivatoren und Inhibitoren unter Verwendung einfacher, modellhafter Abbildungen (→EF) 65. Reaktivierung der Kenntnisse zu Cofaktoren am Beispiel von Mineralstoff- oder Vitaminpräparaten als Nahrungsergänzungsmittel (NEM) [2, 3]

22. Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
			66. angeleitete Recherche zu NEM beim Sport, hierbei besondere Fokussierung auf Quellenherkunft und Intention der Autoren (K4) [4] 67. Bewertungsprozess: Abwägung von Handlungsoptionen und kriteriengeleitete Meinungsbildung sowie Entscheidungsfindung (B9) [5]

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

[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.]

UV GK-G1: DNA – Speicherung und Expression genetischer Information Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf: ca. 27 Unterrichtsstunden à 45 Minuten			Fachschaftsinterne Absprachen
Inhaltliche Schwerpunkte: Molekulargenetische Grundlagen des Lebens Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Informationen aufbereiten (K)			Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: • Kompartimentierung bei der eukaryotischen Proteinbiosynthese Stoff- und Energieumwandlung: • Energiebedarf am Beispiel von DNA-Replikation und Proteinbiosynthese Information und Kommunikation: • Codierung und Decodierung von Information bei der Proteinbiosynthese
• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• Speicherung und Realisierung genetischer Information: Bau der DNA, semikonservative Replikation, Transkription, Translation	• leiten ausgehend vom Bau der DNA das Grundprinzip der semikonservativen Replikation aus experimentellen Befunden ab (S1, E1, E9, E11, K10). • erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6).	Wie wird die identische Verdopplung der DNA vor einer Zellteilung gewährleistet? (ca. 4 Ustd.) Wie wird die genetische Information der DNA zu Genprodukten bei Prokaryoten umgesetzt? (ca. 6 Ustd.)	Kontext: Zellteilungen der Zygote nach Befruchtung <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau der DNA (→ Sek I, → EF), Erstellung eines Baustein-Modells zur Erklärung der Struktur der DNA [1; 4] • Hypothesengeleitete Auswertung des MESELSON-STAHN-Experimentes zur Erklärung des Replikationsmechanismus und Erläuterung der experimentellen Vorgehensweise [2] • Erklärung der Eigenschaften und Funktionen ausgewählter Enzyme (DNA-Polymerase, DNA-Ligase) für die Prozesse in der Zelle z. B. anhand eines Erklärvideos • Erläuterung des Energiebedarfs bei der DNA-Replikation etwa aufgrund der Desoxynukleosid-Triphosphate als Bausteine für die DNA-Polymerase (Bezug zum Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung) Kontext: Modellorganismus Bakterium: Erforschung der Proteinbiosynthese an Prokaryoten <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau von Proteinen (→ EF) und Erarbeitung des Problems der Codierung bzw. Decodierung von Informationen auf DNA-Ebene, RNA-Ebene und Proteinebene (Bezug zum Basiskonzept Information und Kommunikation und auch Struktur und Funktion) • Erstellung eines Fließschemas zum grundsätzlichen Ablauf der Proteinbiosynthese (→ S1) unter Berücksichtigung der DNA-, RNA-, Polypeptid- und Proteinebene zur Strukturierung der Informationen • Erläuterung des Ablaufs der Transkription z. B. anhand einer Animation (Eigenschaften und Funktionen der RNA-Polymerase, Erkennen der Transkriptionsrichtung) unter Anwendung der Fachsprache • Erläuterung des Vorgangs der Translation ausgehend von unterschiedlichen modellhaften Darstellungen und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modelle unter Berücksichtigung gemeinsam formulierter Kriterien • Erarbeitung der Eigenschaften des genetischen Codes und Anwendung der Codesonne unter Rückbezug auf das erstellte Fließschema [ggf. 3] • Berücksichtigung des Energiebedarfs der Proteinbiosynthese (Bezug zum

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Genmutationen	• erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8).	Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen bei der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten? (ca. 5 Ustd.) Wie können sich Veränderungen der DNA auf die Genprodukte und den Phänotyp auswirken? (ca. 5 Ustd.)	Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung) • Begründung der Verwendung des Begriffs Genprodukt anhand der Gene für tRNA und rRNA Kontext: Transkription und Translation bei Eukaryoten zentrale Unterrichtssituationen: • Aktivierung von Vorwissen zu Kompartimentierung und Organellen (→ EF) und Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zum Ablauf der Proteinbiosynthese bei Eukaryoten • Erläuterung modellhafter Darstellungen der Genstruktur (Exons/Introns), Prozessierung der prä-mRNA zur reifen mRNA sowie alternatives Spleißen, posttranslationale Modifikation • Erstellung einer kriteriengeleiteten Tabelle zum Vergleich der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten • Reflexion der größeren Komplexität der Prozesse bei eukaryotischen Zellen im Zusammenhang mit der Kompartimentierung sowie der Differenzierung von Zellen und Geweben (Basiskonzept Struktur und Funktion, Stoff- und Energieumwandlung) Kontext: Resistenzen bei Eukaryoten (z. B. Herzglykosid-Resistenz beim Monarchfalter) [5] zentrale Unterrichtssituationen: • Aktivierung von Vorwissen zu Genommutationen, Chromosomenmutationen (→ Sek I, → EF) • Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zur Ursache der Resistenz unter Berücksichtigung der verschiedenen Systemebenen (molekulare Ebene bis Ebene des Organismus) • Ableitung der verschiedenen Typen von Genmutationen unter Berücksichtigung der molekularen Ebenen (DNA, RNA, Protein) sowie der phänotypischen Auswirkungen auf Ebene der Zelle bzw. des Organismus (Einbezug der Basiskonzepte Struktur und Funktion und Information und Kommunikation) • Reflexion der Ursache-Wirkungsbeziehungen unter sprachsensiblen Umgang mit funktionalen und kausalen Erklärungen

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung	erklären die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren und DNA-Methylierung (S2, S6, E9, K2, K11).	Wie wird die Genaktivität bei Eukaryoten gesteuert? (ca. 7 Ustd.)	- Alternativer Kontext: Antibiotika-Resistenz bei Bakterien Kontext: Körperzellen: gleiches Erbgut – unterschiedliche Differenzierung zentrale Unterrichtssituationen: - Erkennen der unterschiedlichen Protein- und RNA-Ausstattung verschiedener menschlicher Zelltypen und Begründung der Phänomene durch zellspezifische Regulation der Genaktivität - Erläuterung der Bedeutung von allgemeinen und spezifischen Transkriptionsfaktoren für die Transkriptionsrate und der zellspezifischen Reaktion auf extrazelluläre Signale wie etwa Myostatin zur Regulation des Muskelwachstums (Basiskonzept Steuerung und Regelung) - Erstellung von Modellen zur Bedeutung epigenetischer Marker (DNA-Methylierung) und kriteriengeleitete Diskussion der Modellierungen [ggf. 6] - Reflexion des Zusammenspiels der verschiedenen Ebenen der Genregulation bei Eukaryoten unter Bezügen zu den Basiskonzepten Stoff- und Energieumwandlung sowie Steuerung und Regelung

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

UV GK-G2: Humangenetik und Gentherapie Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf: ca. 8 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	Fachschaftsinterne Absprachen
Inhaltliche Schwerpunkte: Molekulargenetische Grundlagen des Lebens Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) • Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Information und Kommunikation: • Codierung und Decodierung von Information bei der Proteinbiosynthese Steuerung und Regelung: • Prinzip der Homöostase bei der Regulation der Genaktivität

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie	• analysieren Familienstammbäume und leiten daraus mögliche Konsequenzen für Gentest und Beratung ab (S4, E3, E11, E15, K14, B8). • bewerten Nutzen und Risiken einer Gentherapie beim Menschen (S1, K14, B3, B7–9, B11).	Welche Bedeutung haben Familienstammbäume für die genetische Beratung betroffener Familien? (ca. 4 Ustd.) Welche ethischen Konflikte treten im Zusammenhang mit gentherapeutischen Behandlungen beim Menschen auf? (ca. 4 Ustd.)	Kontext: Ablauf einer Familienberatung bei genetisch bedingten Erkrankungen <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Aktivierung von Vorwissen zur Analyse verschiedener Erbgänge anhand des Ausschlussverfahrens (→ EF) • Reflexion der gewonnenen Erkenntnisse und Begründung der Anwendung von Gentests zur Verifizierung der Ergebnisse • Entwicklung von Handlungsoptionen im Beratungsprozess und Abwägen der Konsequenzen für die Betroffenen • ggf. Einsatz ergänzender Materialien zu genetischer Beratung [1] Kontext: Monogene Erbkrankheiten (z. B. Mukoviszidose) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Beschreibung der Unterschiede zwischen somatischer Gentherapie und Keimbahntherapie beim Menschen bei Unterscheidung deskriptiver und normativer Aussagen • Ableitung von Nutzen und Risiken bei somatischer Gentherapie und Keim-

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
			bahnthherapie für Individuum und Gesellschaft, Aufstellen von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen • Reflexion des Bewertungsprozesses aus persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Perspektive

Weiterführende Materialien:

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

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.]

UV GK E1: Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf: ca. 13 Unterrichtsstunden à 45 Minuten Inhaltliche Schwerpunkte: Entstehung und Entwicklung des Lebens Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: • Biologische Sachverhalte betrachten (S) • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Informationen aufbereiten (K)	Fachschaftsinterne Absprachen • ggf. Zoobesuch Beiträge zu den Basiskonzepten: Individuelle und evolutive Entwicklung: • Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels
---	---

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• Synthetische Evolutionstheorie: Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift	• begründen die Veränderungen im Genpool einer Population mit der Wirkung der Evolutionsfaktoren (S2, S5, S6, K7).	Wie lassen sich Veränderungen im Genpool von Populationen erklären? (ca. 5 Ustd.)	<i>Kontext:</i> Schnabelgrößen bei Populationen von Vögeln (z. B. beim Mittleren Grundfink oder Purpurastrilden) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Formulierung von Fragen zur Entwicklung der Merkmalsverteilung bei den Schnabelgrößen und Ableitung von Hypothesen zu den möglichen Ursachen • Erklärung der Variation durch Mutation und Rekombination und der Verschiebung der Merkmalsverteilung in der Population durch Selektion • Analyse der Bedeutung von Zufallsereignissen wie Gendrift und ihrem Einfluss auf die Allelervielfalt von Populationen • Erläuterung der Zusammenhänge zwischen den Veränderungen von Merk-

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• Synthetische Evolutionstheorie: adaptiver Wert von Verhalten, Kosten-Nutzen-Analyse, reproduktive Fitness	• erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8).	Welche Bedeutung hat die reproduktive Fitness für die Entwicklung von Angepasstheiten? (ca. 2 Ustd.) Wie kann die Entwicklung von angepassten Verhaltensweisen erklärt werden? (ca. 2 Ustd.) Wie lässt sich die Entstehung von Sexualdimorphismus erklären? (ca. 2 Ustd.)	malsverteilungen auf phänotypischer Ebene und den Verschiebungen von Allelfrequenzen auf genetischer Ebene unter Berücksichtigung ultimer und proximaler Ursachen und der Vermeidung finaler Begründungen Kontext: Abtransport leerer Eierschalen in Lachmöwenkolonien (TINBERGEN-Experiment) zentrale Unterrichtssituationen: • Formulierung von Fragen zur Entwicklung des Verhaltens in Lachmöwenkolonien und Ableitung von Hypothesen unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse [1] • Erläuterung des adaptiven Wertes von Verhalten unter Einbezug der reproduktiven Fitness und Berücksichtigung der Umweltbedingungen. Berücksichtigung proximaler und ultimer Ursachen und Vermeidung finaler Begründungen [1] • Reflexion der verwendeten Fachsprache im Hinblick auf die Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen Kontext: Rothirsch-Geweih und Pfauenrad zentrale Unterrichtssituationen: • Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zum Sexualdimorphismus • Erläuterung der intrasexuellen und intersexuellen Selektion mithilfe einer Kosten-Nutzen-Analyse sowie der reproduktiven Fitness unter Vermeidung finaler Begründungen • Reflexion der Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen sowie der Berücksichtigung ultimer und proximaler Ursachen
• Synthetische Evolutionstheorie: Koevolution	• erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8).	Welche Prozesse laufen bei der Koevolution ab? (ca. 2 Ustd.)	Kontext: Orchideen-Schwärmer und Stern von Madagaskar (Bestäuber-Blüten-Koevolution) zentrale Unterrichtssituationen: • Anwendung der Synthetischen Evolutionstheorie auf das System Bestäuber-Blüte unter Berücksichtigung der jeweiligen Selektionsvorteile und Selektions-

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
			nachteile für die beiden Arten sowie Vermeidung finaler Begründungen • Ableitung einer Definition für Koevolution und Erläuterung verschiedener koevolutiver Beziehungen unter Berücksichtigung ultimer und proximaler Ursachen und Vermeidung finaler Aussagen • Zusammenfassung der Erklärungsansätze für evolutive Prozesse auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung der Fachsprache

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

UV GK-E2: Stammbäume und Verwandtschaft Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten Inhaltliche Schwerpunkte: Entstehung und Entwicklung des Lebens Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E) • Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) • Informationen aufbereiten (K)	Fachschaftsinterne Absprachen Beiträge zu den Basiskonzepten: Individuelle und evolutive Entwicklung: • Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels
--	---

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• Stammbäume und Verwandtschaft: Artbildung, Biodiversität, populationsgenetischer Artbegriff, Isolation	• erklären Prozesse des Artwandels und der Artbildung mithilfe der Synthetischen Evolutionstheorie (S4, S6, S7, E12, K6, K7)	Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen? (ca. 4 Ustd.)	Kontext: Vielfalt der Finken auf den Galapagos-Inseln <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zur Evolution der Darwin-Finken unter Verwendung der Fachsprache • Erläuterung der adaptiven Radiation der Finkenarten auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung des Konzepts der ökologischen Nische sowie der Vernetzung verschiedener Systemebenen • Ableitung des morphologischen, biologischen und populationsgenetischen Artbegriffs und Anwendung auf Prozesse der allopatrischen und sympatrischen Artbildung • Erläuterung der Bedeutung prä- und postzygotischer Isolationsmechanismen

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• molekularbiologische Homologien, ursprüngliche und abgeleitete Merkmale	• 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).	Welche molekularen Merkmale deuten auf eine phylogenetische Verwandtschaft hin? (ca. 3 Ustd.) Wie lässt sich die phylogenetische Verwandtschaft auf verschiedenen Ebenen ermitteln, darstellen und analysieren? (ca. 4 Ustd.)	• Reflexion der ultimatsten und proximatsten Ursachen für Artwandel und Artbildung und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der genutzten Modelle <i>Kontext:</i> Universalhomologien und genetische Variabilität – ein Widerspruch? <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Ableitung der molekularen Ähnlichkeiten aller Lebewesen auf DNA-, RNA- und Proteinebene sowie in Bezug auf grundsätzliche Übereinstimmungen bei der Proteinbiosynthese • Deutung molekularbiologischer Homologien bei konservierten Genen einerseits und sehr variablen Genen andererseits bei Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen • Ableitung phylogenetischer Verwandtschaften auf Basis des Sparsamkeitsprinzips und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen <i>Kontext:</i> Ein ausgestorbenes Säugetier mit ungewöhnlichen Merkmalen: Macrauchenia <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zur Verwandtschaft von Macrauchenia mit rezenten Wirbeltieren bzw. Huftieren auf der Basis morphologischer Vergleiche [1] • Deutung der molekularen Ähnlichkeiten des Kollagens und Analyse des phylogenetischen Stammbaums unter Berücksichtigung möglicher Fehlerquellen • Erläuterung der Verwendung morphologischer und molekularer Daten zur Erstellung von Stammbäumen und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen <i>Kontext:</i> Vielfalt einer Genfamilie (z. B. Hämoglobin-Gene) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Darstellung der molekularen Ähnlichkeiten auf DNA- und Proteinebene • Erklärung der Entstehung einer Genfamilie ausgehend von Genduplikationen und unabhängiger Entwicklung der einzelnen Genvarianten • Diskussion der Evolution von Genfamilien anhand von Gen-Stammbäumen

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• Synthetische Evolutionstheorie: Abgrenzung von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen	• deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8). • begründen die Abgrenzung der Synthetischen Evolutionstheorie gegen nicht-naturwissenschaftliche Positionen und nehmen zu diesen Stellung (E15–E17, K4, K13, B1, B2, B5).	Wie lassen sich konvergente Entwicklungen erkennen? (ca. 3 Ustd.) Wie lässt sich die Synthetische Evolutionstheorie von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen abgrenzen? (ca. 2 Ustd.)	und Abgrenzung zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen <i>Kontext:</i> Wiederholt sich die Evolution? – Unabhängige Mutationen (z. B. in Myoglobin-Genen [2]) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Deutung der Übereinstimmungen im Hinblick auf die phylogenetische Verwandtschaft von Arten auf der einen Seite und den unabhängig voneinander entstandenen Mutationen auf der anderen Seite • Reflexion des Phänomens konvergenter Entwicklungen unter Einbezug der Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels (Basiskonzept Individuelle und evolutive Entwicklung) <i>Kontext:</i> Intelligent Design – eine Pseudowissenschaft <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Erläuterung der Merkmale naturwissenschaftlicher Theorien unter Berücksichtigung der Evidenzbasierung sowie Begründung der Einordnung des Intelligent Design als Pseudowissenschaft • Reflexion der verschiedenen Betrachtungsweisen evolutiver Prozesse durch Religion, Philosophie und Naturwissenschaften unter Berücksichtigung der Intentionen der jeweiligen Quellen

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6092	In diesem Zusatzmaterial sind Sachinformationen für Lehrkräfte zur Evolution der vor etwa 10 000 Jahren ausgestorbenen Gattung Macrauchenia zusammengefasst, deren systematische Zugehörigkeit durch molekulare Analysen ermittelt werden konnte.

2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6077	Dieses Zusatzmaterial erläutert durch Sachinformationen für Lehrkräfte, wie ausgehend von einer vorliegenden Klausuraufgabe die konvergente Entwicklung molekularer Anpassungen im Unterricht erarbeitet werden kann.
---	---	---

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

UV GK-N1: Informationsübertragung durch Nervenzellen Inhaltsfeld 2: Neurobiologie Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	Fachschaftsinterne Absprachen Erstellung von Erklärfilmen zur Synapse
Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlagen der Informationsverarbeitung, Fachliche Verfahren: Potenzialmessungen Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: - Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) - Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) - Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: 45. Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Transmitter und Rezeptorprotein Stoff- und Energieumwandlung: 46. Energiebedarf des neuronalen Systems Information und Kommunikation: 47. Codierung und Decodierung von Information an Synapsen Steuerung und Regelung: 48. Positive Rückkopplung bei der Entstehung von Aktionspotenzialen Individuelle und evolutive Entwicklung: 49. Zelldifferenzierung am Beispiel der Myelinisierung von Axonen bei Wirbeltieren

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Bau und Funktionen von Nervenzellen: Ruhepotenzial	erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12).	Wie ermöglicht die Struktur eines Neurons die Aufnahme und Weitergabe von Informationen? (ca. 12 Ustd.)	Kontext: Das Neuron: Die spezialisierte Grundeinheit aller Nervensysteme (→ SI, → EF) zentrale Unterrichtssituationen: 50. Vorstellung der strukturellen Merkmale einer Nervenzelle im Gegensatz zu den bisher bekannten Zelltypen (→ EF), hinsichtlich der Gliederung in Dendriten, Soma, Axon 51. Darstellung des Zusammenhangs von Struktur und Funktion [1]

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Bau und Funktionen von Nervenzellen: Aktionspotenzial Potenzialmessungen	entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Aufrechterhaltung und Beeinflussung des Ruhepotenzials (S4, E3). erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14).		52. Aufzeigen der Möglichkeiten und Grenzen eines Neuron-Modells, z. B. durch den Vergleich einer schematischen Abbildung mit Realaufnahmen von Nervenzellen <i>Kontext:</i> Nervenzellen unter Spannung: Die Iontentheorie des Ruhepotenzials <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> 53. Wiederholung der Transportmechanismen an Membranen (→ EF) 54. 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>) 55. Entwicklung von Hypothesen zur Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials und Erläuterung der Bedeutung von Natrium-Kalium-Ionenpumpen 56. Auswertung eines Experiments zur Beeinflussung des Ruhepotenzials (z. B. USSING-Kammer: [2]) <i>Kontext:</i> Neuronen in Aktion: Schnelle und zielgerichtete Informationsweiterleitung <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • ggf. Einstieg: Reaktionstest mit Lineal [3] 57. Erläuterung der Veränderungen der Ionenverteilung an der Membran beim Wechsel vom Ruhe- zum Aktionspotenzial, Phasen des Aktionspotenzials, korrekte Verwendung der Fachsprache 58. Beschreibung einer Versuchsanordnung zur Untersuchung von Potenzialänderungen an Neuronen 59. begründete Zuordnung von molekularen Vorgängen an der Axonmembran zu den passenden Kurven-Diagrammen (Potenzialmessung) [4, 5] 60. Auswertung eines Experiments zur Erforschung oder Beeinflussung des Aktionspotenzials, z. B. durch Blockade der spannungsgesteuerten Ionenkanäle 61. ggf. Vertiefung der Kenntnisse zur Informationsweiterleitung durch Bearbeitung der IQB-Aufgabe Schmerzen [6] <i>Kontext:</i> Vergleich von sofortigem und langsam einsetzendem Schmerz <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i>
Bau und Funktionen von Nervenzellen: Erregungsleitung	vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede		

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	de auf neurobiologische Fragestellungen an (S6, E1–3).		62. Beschreibung des Phänomens der unterschiedlich schnellen Schmerzwahrnehmung, Aufstellen einer Forschungsfrage und Hypothesenbildung [7] 63. modellgestützte Erarbeitung der beiden Erregungsleitungstypen und tabellarische Gegenüberstellung von schnellen Aδ-Fasern und langsameren C-Fasern [8] 64. Erarbeitung der zwei grundsätzlichen Möglichkeiten einer Steigerung der Weiterleitungsgeschwindigkeit, z. B. anhand einer Datentabelle: Erhöhung des Axondurchmessers (Bsp. <i>Loligo vulgaris</i>) oder Myelinisierung
Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse Stoffeinwirkung an Synapsen	erklären die Erregungsübertragung an einer Synapse und erläutern die Auswirkungen exogener Substanzen (S1, S6, E12, K9, B1, B6). erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14). nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9).	Wie erfolgt die Informationsweitergabe zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese beeinflusst werden? (ca. 8 Ustd.)	Kontext: Funktionsweise von Synapsen und deren Beeinflussung (z. B. durch Botox) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> 65. Modellhafte Darstellung der Funktionsweise einer chemischen Synapse und Überführung in eine andere Darstellungsform, z. B. Erklärfilm oder Fließschema [9] 66. Vertiefung der Funktion einer neuromuskulären Synapse durch Erarbeitung der Einwirkung von z. B. Botox, Berücksichtigung von Messwerten an einer unbehandelten und einer behandelten Synapse 67. Zuordnung des möglichen Wirkortes verschiedener exogener Stoffen an der Synapse, etwa am Beispiel der Conotoxine [10]; Ergänzung des Erklärfilms oder Fließschemas Kontext: Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> 68. Vorstellung der Wirkungsweise des Cannabinoids THC Hinweis: Da die konkretisierte Kompetenzerwartung dem Kompetenzbereich Bewertung zugeordnet ist, soll auf eine detaillierte Darstellung der molekularen Wirkungsweise von Cannabis verzichtet werden. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellungnahme. 69. Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können [11, 12, 13] Hinweis: Neben den übergeordneten Kompetenzerwartungen B5–9 bietet es sich hier an, [14], ggf. weitere Bewertungskompetenzen in den Blick zu nehmen

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
			men.

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8273	Arbeitsmaterial „Bau und Funktion von Neuronen“
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8268	Arbeitsmaterial „Ruhepotenzial - Theoretische Modellexperimente (Ussing-Kammer)“
3	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6081	Zusatzmaterial „Experiment Reaktionstest“
4	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366	Arbeitsmaterial „Entstehung eines Aktionspotenzials“
5	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6082	Zusatzmaterial „Aktionspotenzial“
6	https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getTaskFile?id=p10^SchmerzqN^f20767	IQB-Aufgabe „Schmerz“: grundlegendes Niveau (M1 und M3)
7	https://www.dasgehirn.info/krankheiten/schmerz/wie-schmerz-ins-gehirn-gelangt	Informationen zur Schmerzwahrnehmung
8	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366	Arbeitsmaterial zur Erregungsweiterleitung
9	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5369	Arbeitsmaterial zur Funktionsweise einer chemischen Synapse
10	https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getTaskFile?id=p01^giftcocktailmeeresschnecke^f21794	IQB-Aufgabe „Giftcocktail von Meeresschnecken“
11	https://www.ndr.de/ratgeber/gesundheit/Cannabis-Wirksames-Medikament-bei-chronischen-Schmerzen,cannabis212.html	Informationen und kurzer Film zu Cannabis in der Schmerztherapie
12	https://www.kssg.ch/schmerzzentrum/fuer-patienten-besucher/faq-cannabis-der-schmerztherapie	FAQ des Kantonsspitals St. Gallen zur Schmerztherapie mit Cannabis
13	https://www.bfarm.de/SharedDocs/Downloads/DE/Bundesopiumstelle/Cannabis/Vortrag_Cannabis_Begleiterhebung.pdf?__blob=publicationFile	Hintergrundinformationen zu Cannabis als Medizin aus der Begleiterhebung zum Gesetz von 2017
14	https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getPoolFile?id=p01^pf21740	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.]

11. Leistungsbewertung

11.1 Leistungsbewertung (Sonstige Mitarbeit) (Sek I in Abgrenzung zu Sek II)

Grundsätze zur Leistungsbewertung sind festgelegt in: „Richtlinien und Lehrpläne für die Sekundarstufe 11-Gymnasium Biologie“. Schriftenreihe Schule in NRW, MSWWF des Landes NRW, Düsseldorf, 1999.

Wichtig: Die Kriterien der Leistungsbewertung müssen den Schülerrinnen und Schülern zu Beginn eines jeden Schul(-halb)jahres bekannt gemacht werden (Vermerk im Kursheft)!

Die Note für die **sonstige Mitarbeit** im Fach Biologie in der **SEK I** begründet sich

1. auf der mündlichen Mitarbeit im Unterricht (Hauptaspekt)
2. weiteren Leistungsnachweisen wie
 1. Gruppenarbeiten sowie kooperative Unterrichtsformen
 2. Unterrichtsprojekten
 3. Durchführung von Experimenten
 4. Portfolioarbeit
 5. Referaten ...
3. Tests
 1. Maximal 2 Tests pro Halbjahr mit dem Stellenwert einer umfangreicheren mündlichen Prüfung
 2. Zeitrahmen: Max. 2 Wochen rückwirkend bei ca. 15 Minuten Arbeitszeit
 3. Tests sind in der Regel anzukündigen
4. Heftführung (wobei Hausaufgaben in der Regel nicht zu bewerten sind)
 1. In der Klasse 5 müssen die Hefte ein Mal bei jedem Schüler eingesammelt werden

2. Die Heftführung wird bewertet

Die Kriterien der Notenfindung sind den SuS zu Beginn des Schuljahres zur Kenntnis zu bringen. Ein Beispiel für mögliche Beurteilungskriterien findet sich in der Anlage.

Die Note für die **sonstige Mitarbeit** im Fach Biologie in der **SEK II** begründet sich auf

1. der mündlichen Mitarbeit im Unterricht (Hauptaspekt)
2. weiteren Leistungsnachweisen wie
 1. Gruppenarbeiten sowie kooperative Unterrichtsformen
 2. Unterrichtsprojekten
 3. Durchführung von Experimenten
 4. Portfolioarbeit
 5. Referaten ...
3. schriftlichen Übungen
 1. Maximal 2 schriftliche Übungen pro Halbjahr
 2. Zeitrahmen: Max. 3 Wochen rückwirkend bei ca. 20-30 Minuten Arbeitszeit
 3. Schriftliche Übungen sind in der Regel anzukündigen
4. Heftführung

Die Kriterien der Notenfindung sind den SuS zu Beginn des Schuljahres zur Kenntnis zu bringen. Ein Beispiel für mögliche Beurteilungskriterien findet sich in der Anlage.

11.2 Leistungsbewertung (schriftlicher Bereich, Sek II)

5. Klausuren:

Die Klausuren müssen die drei bekannten Anforderungsbereiche abdecken und orientieren sich in der Konstruktion an den Klausuren des Zentralabiturs. Der Anforderungsbereich II geht mit ca. 50% in die Bewertung ein. Der Anforderungsbereich I muss deutlich stärker gewertet werden (ca. 30-40%) als der Anforderungsbereich III (ca. 10- 20%).

Die Lösungen werden mit Punkten versehen und die erreichte Punktzahl wird mit der max. erreichbaren Punktzahl ins Verhältnis gesetzt. Die Darstellungsleistung ist bei der Bepunktung angemessen zu gewichten (ca. 10 % der Gesamtpunktzahl).

Die SchülerInnen erhalten mit der Rückgabe der Klausur eine Leistungserwartung in Form eines Fließtextes oder eines Punkteschemas.

Nicht ausreichende Arbeiten werden mit einem didaktischen Kommentar versehen, der den SchülerInnen Möglichkeiten zur Leistungsverbesserung aufzeigt.

Die Anzahl der Klausuren orientiert sich an den Vorgaben der Lehrerkonferenz. In der EF wird jeweils eine Klausur pro Halbjahr geschrieben; in Q1 und Q2_1 jeweils zwei Klausuren. LK Q2 2. HJ schreibt eine Klausur unter Abiturbedingungen.

Die Leistungen in den Klausuren und der sonstigen Mitarbeit sind in der Regel bei der Findung der Endnote gleichgewichtig zu behandeln. Nur in EF wird die Note der sonstigen Mitarbeit aufgrund des Ungleichgewichtes stärker zu gewichten sein (z.B. 2/3 SoMi und 1/3 Klausur).

6. Facharbeit

In Q 1 2. HJ kann als Ersatz für die erste Klausur eine Facharbeit geschrieben werden. Die Beurteilungskriterien sind schulweit einheitlich festgelegt (s. APO-GOST).

3. Bewertungstabelle:

Note	Prozentwerte		
1+	100	-	96
1	95	-	90
1-	89	-	85
2+	84	-	80
2	79	-	75
2-	74	-	70
3+	69	-	65
3	64	-	60
3-	59	-	55
4+	54	-	50
4	49	-	45
4-	44	-	39
5+	38	-	33
5	32	-	27
5-	26	-	20
6	19	-	0

