Gesamtschule Marienheide

Schulinternen Lehrplan
zum Kernlehrplan für die gymnasiale Oberstufe

Biologie

(Fassung August 2024)

Inhaltsverzeichnis

1.RAHMENBEDINGUNGEN DER FACHLICHEN ARBEIT 3

2.ENTSCHEIDUNGEN ZUM UNTERRICHT 5

2.1 Unterrichtsvorhaben 5

2.1.1 Jahresplanung UV-Verteilung EF und Q-Phase 5

2.1.2 Basiskonzepte **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

2.1.3 Konkretisierung der Unterrichtsvorhaben 5

Einführungsphase 5

Qualifikationsphase 1: GRUNDKURS und LEISTUNGSKURS 14

Qualifikationsphase 2 GRUNDKURS **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Qualifikationsphase 1; LEISTUNGSKURS **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Qualifikationsphase 2:LEISTUNGSKURS **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit 48

2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung 49

2.4. Lehr- und Lernmittel 51

3. ENTSCHEIDUNGEN ZU FACH- UND UNTERRICHTSÜBERGREIFENDEN FRAGEN 52

4. QUALITÄTSSICHERUNG UND EVALUTION 53

1.Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

Die hier vorgestellte Schule ist eine Gesamtschule und liegt in Marienheide (Oberbergischer Kreis). Exkursionen können daher gut zu Fuß im direkten Umfeld, aber nur eingeschränkt mit dem öffentlichen Nahverkehr durchgeführt werden. Das Schulgebäude verfügt über keine speziellen Biologiefachräume, die Naturwissenschaftsräume teilt sich die Biologie mit Chemie, Physik und WP1 Naturwissenschaften. In der Biologie-Sammlung sind in ausreichender Anzahl regelmäßig gewartete Lichtmikroskope und Fertigpräparate zu verschiedenen Zell und Gewebetypen vorhanden. Zudem verfügt die Sammlung über verschiedenste Modelle und einem Analyse-Koffer zur physikalischen und chemischen Untersuchung von Gewässern. Stoffe für chemische Experimente befinden sich in der Biologie- und Chemiesammlung. Informationen hierzu liefert die regelmäßig inventarisierte DEGINTU Seite. Die Fachkonferenz NW/Biologie stimmt sich bezüglich in der Sammlung vorhandener Gefahrstoffe mit der dazu beauftragten Lehrkraft der Schule ab. Im E-Gebäude befindet sich ein Selbstlernzentrum, in dem insgesamt vier internetfähige Computer für die Oberstufe stehen, die gut für Rechercheaufträge genutzt werden können. Die schrittweise eingeführten Ipads dienen ebenfalls als Medium für Unterricht. Für größere Projekte stehen auch drei Informatik räume mit jeweils 30 Computern zur Verfügung, die im Vorfeld reserviert werden müssen. Außerdem ist die webbasierte Lern- und Arbeitsplattform „OneNote“ eingeführt sowie eine schuleigene Cloudlösung. Das Medienkonzept der Gesamtschule Marienheide liefert hier weitere Informationen. Die Lehrer*innenbesetzung und die übrigen Rahmenbedingungen der Schule ermöglichen einen ordnungsgemäßen laut Stundentafel der Schule vorgesehen Biologieunterricht. In der Unterstufe wird Biologie im Jahrgang 8 und 9 unterrichtet. In der Oberstufe befinden sich durchschnittlich ca. 85 Schülerinnen und Schüler in jeder Stufe. Das Fach Biologie ist in der Einführungsphase in der Regel mit 3 Grundkursen vertreten. Nur wenige Schüler*innen wählen nicht Biologie als Naturwissenschaft. In der Qualifikationsphase können auf Grund der Schülerwahlen in der Regel 2 Grundkurse und ein Leistungskurs gebildet werden.

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

Jg.	Fachunterricht von 5 bis 6
5	im Rahmen des KoNaWi-Unterrichts (3)
6	im Rahmen des KoNaWi-Unterrichts (2)
	Fachunterricht von 7 bis 9
7	- - -
8	BI (2)
9	BI (2)
10	
	Fachunterricht in der EF und in der QPH
11	BI (3)
12	BI (3/5)
13	BI (3/5)

Die Unterrichtstaktung an der Schule folgt einem 90 Minutenraster, formal sind hier sind jeweils Einzelstunden a 45 angegeben. In nahezu allen Unterrichtsvorhaben wird den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit gegeben, Schülerexperimente durchzuführen; damit wird eine Unterrichtspraxis aus der Sekundarstufe I fortgeführt. Insgesamt werden überwiegend kooperative, die Selbstständig-

keit des Lerners fördernde Unterrichtsformen genutzt, sodass ein individualisiertes Lernen in der Sekundarstufe II kontinuierlich unterstützt wird. Um die Qualität des Unterrichts nachhaltig zu entwickeln, vereinbart die Fachkonferenz vor Beginn jedes Schuljahres neue unterrichtsbezogene Entwicklungsziele. Aus diesem Grunde wird am Ende des Schuljahres überprüft, ob die bisherigen Entwicklungsziele weiterhin gelten und ob Unterrichtsmethoden, Diagnoseinstrumente und Fördermaterialien ersetzt oder ergänzt werden sollen. Der Biologieunterricht soll Interesse an naturwissenschaftlichen Fragestellungen wecken und die Grundlage für das Lernen in Studium und Beruf in diesem Bereich vermitteln. Dabei werden fachlich und bioethisch fundierte Kenntnisse die Voraussetzung für einen eigenen Standpunkt und für verantwortliches Handeln gefordert und gefördert. Hervorzuheben sind hier bei die Aspekte Ehrfurcht vor dem Leben in seiner ganzen Vielfältigkeit, Nachhaltigkeit, Umgang mit dem eigenen Körper und ethische Grundsätze. Folgende Kooperationen bestehen an der Schule:

- Biologische Station Oberberg Schloss Homburg • Metabolon Lindlar • Schülerlabor Dieringhausen

2.Entscheidungen zum Unterricht

2.1 Unterrichtsvorhaben

In der nachfolgenden Übersicht über die *Unterrichtsvorhaben* wird die für alle Lehrerinnen und Lehrer gemäß Fachkonferenzbeschluss verbindliche Verteilung der Unterrichtsvorhaben dargestellt. Die Übersicht dient dazu, für die einzelnen Jahrgangsstufen allen am Bildungsprozess Beteiligten einen schnellen Überblick über Themen bzw. Fragestellungen der Unterrichtsvorhaben unter Angabe besonderer Schwerpunkte in den Inhalten und in der Kompetenzentwicklung zu verschaffen.

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

2.1.3 Konkretisierung der Unterrichtsvorhaben

Einführungsphase

Unterrichtsvorhaben Nr. 1 Aufbau und Funktion der Zelle

Zeitbedarf: ca. 12 Doppelstunden à 90 Minuten
Basiskonzepte:

Struktur und Funktion
Kompartimentierung der eukaryotischen Zelle
Stoff- und Energieumwandlung
Energetischer Zusammenhang zwischen auf- und abbauendem Stoffwechsel

Information und Kommunikation
Prinzip der Signaltransduktion an Zellmembranen
Steuerung und Regelung
Prinzip der Homöostase bei der Osmoregulation
Individuelle und evolutive Entwicklung
Zelldifferenzierung bei der Bildung von Geweben

Inhaltliche Schwerpunkte: Aufbau der Zelle, Fachliche Verfahren: Mikroskopie
Zu entwickelnde Kompetenzen: *„Die Schüler*innen…"*
→*vergleichen den Aufbau von prokaryotischen und eukaryotischen Zellen* ***(S1, S2, K5)***
→*begründen den Einsatz unterschiedlicher mikroskopischer Techniken für verschiedene Anwendungsgebiete* ***(S2, E2, E9, E15, E16, K6)***
→*erklären Bau und Zusammenwirken der Zellbestandteile eukaryotischer Zellen und erläutern die Bedeutung der Kompartimentierung* ***(S2, S5, K10)***
→*erläutern theoriegeleitet den prokaryotischen Ursprung von Mitochondrien und Chloroplasten* ***(E9)***
→analysieren differenzierte Zelltypen mithilfe mikroskopischer Verfahren ***(S5, E8, K10)***
→vergleichen einzellige und vielzellige Lebewesen und erläutern die jeweiligen Vorteile ihrer Organisationsform ***(S3, S6, K7, K8)***

Arbeitsplan:

Verbindliche Inhaltsbereiche (Bausteine, Leitfragen, ...)	Didaktisches Vorgehen - ***Empfehlungen*** (Methoden, Medien, Differenzierung, ...)	Wichtiges Fachwissen (Fachtermini, Verfahren, ...)
<u>Grundlagen Zellbiologie (ca. 3 Doppelstunden)</u> Welche Eigenschaften besitzt eine prokaryotische Zelle? Welche Strukturen können bei pro- / eukaryotischen Zellen mithilfe versch. Mikroskop. Techniken sichtbar gemacht werden? **<u>eukaryotische Zelle (ca. 4 Doppelstunden)</u>** Wie wirken Zellbestandteile und Kompartimente zusammen? Welche Erklärungen bietet die Endosymbiontentheorie über den Bau von Mitochondrien und Chloroplasten? **<u>Vielzeller (ca. 5 Doppelstunden)</u>** Wie läuft die Zelldifferenzierung ab? Welche morphologischen Angepasstheiten / Differenzierungen weisen Tier- und Pflanzenzellen auf? Welche Vorteile bieten ein- und mehrzellige Organisationsformen?	**Lehrbuch: Cornelsen Biosphäre Einführungsphase NRW, 1. Auflage Druck 2023 - S. 18 - 55** - Reaktivierung von Vorwissen aus der SEK I: Pflanzenzelle, Tierzelle, Bakterienzelle - - Recherche und Kurzvorträge zu Organellen **(S1, 2, K10)** - Mikroskopie einer Pflanzen- und Tierzelle (Zwiebel, Elodea, Heuaufguss, Pantoffeltierchen, [ggf. Mundschleimhaut]) **(E8)** - Diskussion von Grenzen des Erkenntnisgewinns durch versch. Mikroskopische Verfahren (Lichtmikroskop vs. REM etc.) **(E 15, 16)** - Erläuterung von Aufbau und Funktion von verschiedener Zellbestandteile pflanzlicher und tierischer Zellen anhand von Modellen und elektronenmikroskopischen Aufnahmen **(S1, 2, K6, K10)** Erläuterung der Bedeutung der Kompartimentierung der eukaryotischen Zelle (Basiskonzept Struktur und Funktion) auch im Hinblick auf gegenläufige Stoffwechselprozesse **(S5, K5)**	– (historische) Zelltheorien, – Organellen, Zellkern, ER, Mitochondiren, Plastiden, Golgi-Apparat, Peroxisom, Endosom, Lysosom, Vakuole, Zellmembran, Zellwand, Cytoskelett, Mikrotubuli, Aktinfilamente - – Kompartimente, Endosymbiont, Endocytose, Exocytose, Vesikel - – Eukaryoten, Prokaryoten, Zelldifferenzierung, Vielzeller, Einzeller, - – Mikroskop (Aufbau), Vergrößerung

Unterrichtsvorhaben Nr. 2 Biomembranen

Zeitbedarf: ca. 11 Doppelstunden à 90 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte: Biochemie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von osmotischen Vorgängen

Zu entwickelnde Kompetenzen: *„Die Schüler*innen…"*

→*erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation* ***(S1, S7, K6)***

→*stellen den Erkenntniszuwachs zum Aufbau von Biomembranen durch technischen Fortschritt und Modellierungen an Beispielen dar (**E12, E15–17, K13-14**)*

→*erklären experimentelle Befunde zu Diffusion und Osmose mithilfe von Modellvorstellungen (**S3, E1-E8**, **E10–14, K9**)*

→*erklären die Bedeutung der Homöostase des osmotischen Werts für zelluläre Funktionen und leiten mögliche Auswirkungen auf den Organismus ab (**S4**, **S7**, **K6**).*

Arbeitsplan:

Verbindliche Inhaltsbereiche (Bausteine, Leitfragen, ...)	Didaktisches Vorgehen - ***Empfehlungen*** (Methoden, Medien, Differenzierung, ...)	Wichtiges Fachwissen (Fachtermini, Verfahren, ...)
Biomembran (ca. 8 Doppelstunden) Wie ist die Biomembran aufgebaut? Wie hängen Struktur und Eigenschaften der Membran-Moleküle zusammen? Wie erfolgte die Aufklärung der Struktur von Biomembranen und welche Erkenntnisse führten zur Weiterentwicklung der jeweiligen Modelle? Wie können Zellmembranen einerseits die Zelle nach außen und andererseits doch durchlässig für Stoffe sein?	**Lehrbuch: Cornelsen Biosphäre Einführungsphase NRW, 1. Auflage Druck 2023 – S. 56 bis 73** - Fakultativ: indirekter Nachweis der Membranbestandteile Membranmodelle vergleichen **(E12 – 14, E16, 17, K13, 14)**	Reaktivierung von Vorwissen: Elemente, kovalente Bindungen, polare Bindungen, Wasser als polares Molekül, Ionen polar / unpolar, Lipid, Phospholipid, Kohlenstoff, Wasserstoff, Phosphat, Fette, gesättigte / ungesättigte Fettsäuren, Wasserstoffbrückenbindung, Hydrophilie, Hydrophobie Bilayer-Modell; Sandwich-Modell, Fluid-Mosaik-Modell, Lipid-Raft-Modell; Picket-Fence-Modell; Protein-Island-Modell Cytoskelett, Kompartimentierung
Zelluläre Kommunikation (ca. 3 Doppelstunden) Wie können extrazelluläre Botenstoffe, wie z.B. Hormone, eine Reaktion in der Zelle auslösen? Wie verläuft Zell-Zell-Erkennung? (am Beispiel von Insulin und / oder Organtransplantation) Wie laufen Wechselwirkungen zwischen organischen Stoffen im Zellstoffwechsel ab? (Wechselwirkung Insulin und Glucose)	(Ableitung des Modells von Gortner und Grendel aus der Analyse von Erythrocyten-Membran, Erläuterung der Veränderungen zum Sandwich-Modell aufgrund chemischer Analysen und elektronenmikroskopischer Bilder) Versuche zu Diffusion und Osmose **(S4, E1 - 8),** z.B.: Tee-Versuch, Mikroskopie einer angefärbten Zwiebelzelle, Verwelken v. Salat, Hühnereier (in dest. Wasser / Kochsalzlösung. – S. 68) Aktivierung von Vorwissen aus der Sek I: Wirkung von Insulin	Tunnelprotein, Kanalprotein, Carrier, Domänen, Na-/K-Pumpe, Uniport, Symport, Antiport, aktiver / passiver Transport, Aquaporine, Konzentrationsgefälle Selektive Permeabilität, Polarität, Ladung, Brown'sche Molekularbewegung, Teilchenmodell, isotonisch, hypotonisch, hypertonisch, Turgor, Homöostase, Deplasmolyse, Osmose, Endo- und Exocytose, Osmoregulation, Homöostase, Süß- / Salzwasserlebewesen Eigenschaften von Transportsystemen (auch im Hinblick auf energetische Aspekte) Signaltransduktion, Glykolipide, Glykoproteine Second Messenger, G-Proteine, Hormone, Immunsystem, Schlüssel-Schloss-Prinzip

Verbindliche Inhaltsbereiche (Bausteine, Leitfragen, ...)	Didaktisches Vorgehen - ***Empfehlungen*** (Methoden, Medien, Differenzierung, ...)	Wichtiges Fachwissen (Fachtermini, Verfahren, ...)
	Erläuterung des Schlüssel-Schloss-Prinzips und der Signaltransduktion in der Zielzelle (ggf. mithilfe im Unterricht hergestellter Strukturmodelle**) (S3, K9)** Ableitung der Vielzahl von Oberflächenstrukturen einer Zelle aufgrund der Variationsmöglichkeiten von Glykolipiden und Glykoproteinen und Erklärung der Spezifität dieser Oberflächenstrukturen **(S1, 3, S7)** Erläuterung der Möglichkeiten der Zell-Zell-Kennung aufgrund von Oberflächenstrukturen nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip und Unterscheidung von körpereigenen / körperfremden Oberflächenstrukturen **(S7)** Diskussion der Bedeutung von Zell-Zell-Erkennung **(K7, 14)**	

Unterrichtsvorhaben Nr. 3 Mitose, Zellzyklus und Meiose

<u>Zeitbedarf</u>: ca. 11 Doppelstunden à 90 Minuten

<u>Inhaltliche Schwerpunkte</u>: Genetik der Zelle, Fachliche Verfahren: Analyse von Familienstammbäumen

<u>Zu entwickelnde Kompetenzen</u>: *„Die Schüler*innen…"*

→*erklären die Bedeutung der Regulation des Zellzyklus für Wachstum und Entwicklung* ***(S1, S6-7, E2, E8, K3, K7)***

→*begründen die medizinische Anwendung von Zellwachstumshemmern (Zytostatika) und nehmen zu den damit verbundenen Risiken Stellung* ***(S3, K13, B2, B6–B9)***

→*diskutieren kontroverse Positionen zum Einsatz von embryonalen Stammzellen (****K1-4, K12, B1–6, B2, B4, B7, B10 - 12)***

→*erläutern Ursachen und Auswirkungen von Chromosomen- und Genommutationen (****S1, S4, S6, E3, E11, K8)***

→*wenden Gesetzmäßigkeiten der Vererbung auf Basis der Meiose bei der Analyse von Familienstammbäumen an* ***(S6, E1–3, E11, K13)***

<u>Arbeitsplan:</u>

Verbindliche Inhaltsbereiche (Bausteine, Leitfragen, ...)	Didaktisches Vorgehen - ***Empfehlungen*** (Methoden, Medien, Differenzierung, ...)	Wichtiges Fachwissen (Fachtermini, Verfahren, ...)
Mitose (ca. 6 Doppelstunden)	**Lehrbuch: Cornelsen Biosphäre Einführungsphase NRW, 1. Auflage Druck 2023 - S. 112 - 149**	Körperzelle, Chromosomen, Chromatid, Chromatin, Histone,
Welche Eigenschaften besitzen Körperzellen, Geschlechtszellen, Chromosomen, die DNA und das Cytoskelett?		DNA, Ribonukleinsäure, Nucleotid, Nucleosom, Nukleinbasen
	Reaktivierung von Wissen aus der Sek I: Mitose, Zellzyklus, Chromosomen Mikroskopische Untersuchung v. Fertigpräparaten versch. Mitosestadien (z.B. Wurzelspitze) **(S7, E8)**	Zellzyklus, Interphase, Go-, G1-, G2-, S-, M-Phase, Cytokinese, Zellteilung, Spindelapparat, Apoptose, Mitosehemmer, Cytostatika, Chemotherapie, Krebs, cancerogene Stoffe,
Zellzyklus:		
Wie läuft der Zellzyklus ab und wie wird er gesteuert?	Beispiele für Cytostatika und Mitosehemmer (z.B.: Colchizin, Temozolomid, Treosulfan, Prednison, Dexamethason, Paclitaxel, Taxol) vergleichen und deren medizinischen Einsatz diskutieren **(S3, 6, B8, K13)** im Rahmen eigenständiger Recherchen **(K1 -4)**	Geschlechtszelle, Keimzelle, Urkeimzelle, Rekombination, Befruchtung, Zygote, haploid, diploid, Merkmalskombination, Crossing-Over, Gen, Allel, Karyogramm, Genom, Gonosomen, Autosomen, Nucleosom, Heterochromatin, Euchromatin, Histone,
Was bewirkt der Einsatz von Cytostatika / Mitosehemmern und wie helfen sie bei Krebs?	Stammbäume mit verschiedenen Erbgängen, Erkrankungen und unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad analysieren und Vorhersagen daraus ableiten **(S4, E1 – 3, E11, K8)** (z.B.: Morbus Wilson, Ichtyosis vulgaris, Galaktosämie, Brachydaktylie, Hämophilie)	Chromosomenmutation, Insertion, Deletion, Duplikation, Inversion, Translokation, Genommutation, Trisomie, Polyploidie, Stammbaumanalyse, dominante / rezessive Allele, Konduktorin, Merkmalsausprägung, Genotyp, Phänotyp, homozygot, heterozygot, autosomale / gonosomale Erbgänge
Meiose, Rekombination (ca. 3 Doppelstunden)		
Was zeigt ein Karyogramm?	Diskussion nach normativen (deontologischen / konsequentialistischen) Maßstäben und Werten zum medizinischen Einsatz von Stammzellen - Quellengestützt **(K11-13, B2, 4, 7, 10 - 12)**	pluripotente, omnipotente Stammzellen, Stammzellspende, Knochenmarkspende, Stammzellforschung, embryonale Stammzellen

Verbindliche Inhaltsbereiche (Bausteine, Leitfragen, ...)	Didaktisches Vorgehen - ***Empfehlungen*** (Methoden, Medien, Differenzierung, ...)	Wichtiges Fachwissen (Fachtermini, Verfahren, ...)
Worin unterscheiden sich Körper- und Geschlechtszellen? Wie kommt es zu Genommutationen und Chromosomenmutationen und welche Auswirkungen haben sie? **Stammbaumanalyse (ca. 2 Doppelstunden)** Was zeigt die Analyse von Familienstammbäumen? In welchem Verhältnis stehen Gen und Allel? Nach welchen Mustern werden genetische Erkrankungen vererbt? Welche Arten von Stammzellen gibt es und welche Rolle spielen sie in der Ausbildung verschiedener Gewebe? Welchen Zweck haben Stammzellspenden?		

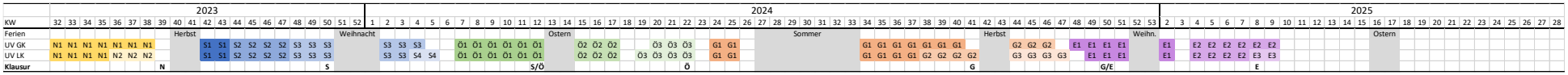
Unterrichtsvorhaben Nr. 4 Energie, Stoffwechsel und Enzyme

Zeitbedarf: ca. 12 Doppelstunden à 90 Minuten (+2 zusätzliche Stunden)
Inhaltliche Schwerpunkte: Physiologie der Zelle, Stoffgruppen: Proteine, Enzyme: Kinetik, Regulation, Untersuchung von Enzymaktivitäten
Zu entwickelnde Kompetenzen: „Die Schüler*innen…"
→ *Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von verschiedenen Faktoren und überprüfen diese mit experimentellen Daten* ***(E1-4, E6, E9-14)***
→*beschreiben und interpretieren Diagramme zu enzymatischen Reaktionen* ***(E9, K6, K8)***
→*erklären die Regulation der Enzymaktivität mithilfe von Modellen* ***(E5, E12, K8, K9)***
→*beschreiben die Bedeutung des ATP-ADP-Systems bei auf- und abbauenden Stoffwechselprozessen (S5, S6)*
Arbeitsplan:

Verbindliche Inhaltsbereiche (Bausteine, Leitfragen, ...)	Didaktisches Vorgehen (Methoden, Medien, Differenzierung, ...)	Wichtiges Fachwissen (Fachtermini, Verfahren, ...)
Biochemische Grundlagen (ca. 2 Doppelstunden ZUSÄTZLICH) Wie ist die biochemische Struktur von Proteinen beschaffen? Welche grundlegenden Eigenschaften haben Enzyme?	**Lehrbuch: Cornelsen Biosphäre Einführungsphase NRW, 1. Auflage Druck 2023 - S. 74 - 111**	Primär-, Sekundär-, Tertiärstruktur, Alpha-Helix, Beta-Faltblatt, Peptidbindung, Aminosäuren, Seitenketten, funktionelle Gruppen (Amino- / Carboxyl- / Hydroxyl- Gruppen), Dipeptid, Oligopeptid, Polypeptid, Eiweiß Aktivierungsenergie, Katalyse, Enzym-Substrat-Komplex, Schlüssel-Schloss-Prinzip, aktives Zentrum
Stoff- und Energieumwandlung (ca. 6 Doppelstunden) Welcher Zusammenhang besteht zwischen aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel energetisch? Welche Rolle spielen ATP und ADP+ P im Zellstoffwechsel? Wie agiert NADH im Stoffwechsel bei der Kopplung von Reduktionen und Oxidationen? Wie interagieren Enzyme und Cofaktoren / Coenzyme?	Redoxreaktionen und Reduktionsäquivalente / energetische Kopplung schematisch darstellen / Schaubild erstellen und erklären **(S5, 6, K9)**	Versuchsprotokoll, Variablenkontrolle, naturwissenschaftlicher Weg der Erkenntnisgewinnung Anabolismus, Katabolismus, exergone, endergone Reaktionen, Reaktionsenthalpie, Energieumsatz, Reduktionsäquivalente, Redoxreaktion, Donator, Akzeptor, Elektronenübertragungsweg, ATP, ADP+ Pi, Cofaktoren, Coenzym, NADH, Kopplung von Stoffwechselwegen
Einflüsse auf die Enzymwirkung (ca. 6 Doppelstunden) Wie beeinflussen Enzyme chemische Reaktionen? Wie beeinflussen Faktoren und Stoffe die Enzymwirkung? Welche Formen der Enzymhemmung gibt es und wie laufen diese ab?	<u>mögliche Versuche:</u> „Enzyme als Biokatalysatoren": Zucker-Verbrennung mit und ohne Asche inkl. Versuchsprotokoll **(E1, E4)** Temperaturabhängigkeit von Katalase, enzymatischer Abbau von Harnstoff durch Urease inkl. ausführlichem Versuchsprotokoll **(E2-6, 9-14)** mit Fokus auf Interpretation graphisch aufgearbeiteter Daten **(K6, K8)**	Optimumskurve, Michaelis-Konstante, Wechselzahl, Denaturierung, RGT-Regel, Temperaturabhängigkeit, Einfluss von pH-Wert, Reduktionsmitteln, Schwermetallen etc. Kompetitive Hemmung, allosterische Hemmung, Substrathemmung

Verbindliche Inhaltsbereiche (Bausteine, Leitfragen, ...)	Didaktisches Vorgehen (Methoden, Medien, Differenzierung, ...)	Wichtiges Fachwissen (Fachtermini, Verfahren, ...)
	Modelle (z.B. aus Knete) zu kompetitiver und allosterischer Hemmung herstellen und Modellkritik üben (Grenzen der Aussagekraft reflektieren) **(E12, K9)**	

Qualifikationsphase



Ein Schuljahr hat ca. 57 Doppelstunden

Qualifikationsphase 1: GRUNDKURS und LEISTUNGSKURS

Inhaltsfeld 2 Neurobiologie

Unterrichtsvorhaben Nr. 1: Informationsübertragung durch Nervenzellen Unterrichtsvorhaben Nr. 2: Informationsweitergabe über Zellgrenzen

Zeitbedarf: Zeitbedarf: ca. 10-11 Unterrichtseinheiten à 90 Minuten (GK) ; ca. 17-18 Unterrichtseinheiten à 90 Minuten (LK)

Basiskonzepte

im Grund- und Leistungskurs

Struktur und Funktion
Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Transmitter und Rezeptorprotein
Stoff- und Energieumwandlung
Energiebedarf des neuronalen Systems
Information und Kommunikation
Codierung und Decodierung von Information an Synapsen
Steuerung und Regelung
Positive Rückkopplung bei der Entstehung von Aktionspotenzialen
Individuelle und evolutive Entwicklung
Zelldifferenzierung am Beispiel der Myelinisierung von Axonen bei Wirbeltieren

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Grundlagen der Informationsverarbeitung:
  - Bau und Funktionen von Nervenzellen: Ruhepotenzial, Aktionspotenzial, Erregungsleitung
  - Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, Stoffeinwirkung an Synapsen, neuromuskuläre Synapse
- Fachliche Verfahren: Potenzialmessungen
  - Potenzialmessungen
- Neuronale Plastizität
  - Verrechnung: Funktion einer hemmenden Synapse, räumliche und zeitliche Summation
  - Zelluläre Prozesse des Lernens
  - Störungen des neuronalen Systems

Zu entwickelnde Kompetenzen:

- erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12).
- entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Aufrechterhaltung und Beeinflussung des Ruhepotenzials (S4, E3).
- erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14) 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).
- 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).
- analysieren die Folgen einer neuronalen Störung aus individueller und gesellschaftlicher Perspektive (S3, K1–4, B2, B6)
- erläutern die Bedeutung der Verrechnung von Potenzialen für die Erregungsleitung (S2, K11),
- erläutern das Prinzip der Signaltransduktion bei primären und sekundären Sinneszellen (S2, K6, K10),
- erläutern synaptische Plastizität auf der zellulären Ebene und leiten ihre Bedeutung für den Prozess des Lernens ab (S2, S6, E12, K1),
- beschreiben die Verschränkung von hormoneller und neuronaler Steuerung am Beispiel der Stressreaktion (S2, S6).

Arbeitsplan:

Verbindliche Inhaltsbereiche (Bausteine, Leitfragen, …)	Verwendetes Unterrichtsmaterial (Lehrwerk, Übungshefte, …)	Didaktisches Vorgehen (Methoden, Medien, Differenzierung, …)	Wichtiges Fachwissen (Fachtermini, Verfahren, …)
Wie ermöglicht die Struktur eines Neurons die Aufnahme und Weitergabe von Informationen? **(ca. 6 DS)** Bau und Funktionen von Nerven-zellen: Ruhepotenzial	Cornelsen: Biosphäre II - 2.0 Q (Allgemein: S. 20-25) S.26-29 Unter den folgenden Links finden sich Materialien und Versuche von QUA-LiS	*Kontext:* **Das Neuron: Die spezialisierte Grundeinheit aller Nervensysteme** **(→ SI, → EF)** *zentrale Unterrichtssituationen:* Vorstellung der strukturellen Merkmale einer Nervenzelle im Gegensatz zu den bisher bekannten Zelltypen (→ EF), hiinsichtlich der Gliederung in Dendriten, Soma, Axon	Soma, Axon, Dendriten, Synapsen, Gliazellen Myelinscheide, Schwann-Zelle, Ranvier-Schnürring

Bau und Funktionen von Nerven-zellen: Aktionspotenzial Potenzialmessungen und neurophysiologische Verfahren	[1]https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8273 S.30-35 [2] https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8268 S.36-39 [3] https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6081 [4] https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366 [5] https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6082 [6] https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getTaskFile?id=p10^SchmerzgN^f20767 S.40-43 [7] https://www.dasgehirn.info/krankheiten/schmerz/wie-schmerz-ins-gehirn-gelangt [8]	Darstellung des Zusammenhangs von Struktur und Funktion [1] Aufzeigen der Möglichkeiten und Grenzen eines Neuron-Modells, z. B. durch den Vergleich einer schematischen Abbildung mit Realaufnahmen von Nervenzellen *Kontext:* **Nervenzellen unter Spannung: Die Ionentheorie des Ruhepotenzials** *zentrale Unterrichtssituationen:* Wiederholung der Transportmechanismen an Membranen (→ EF) Klärung der Bedeutung der Ladungsverteilung an der Axonmembran unter Berücksichtigung des chemischen und elektrischen Potenzials, z. B. am Beispiel Gemeiner Kalmar (*Loligo vulgaris*) Entwicklung von Hypothesen zur Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials und Erläuterung der Bedeutung von Natrium-Kalium-Ionenpumpen Auswertung eines Experiments zur Beeinflussung des Ruhepotenzials (z. B. USSING-Kammer: [2]) *Kontext:* **Neuronen in Aktion: Schnelle und zielgerichtete Informationsweiterleitung** *zentrale Unterrichtssituationen:* ggf. Einstieg: Reaktionstest mit Lineal [3] Erläuterung der Veränderungen der Ionenverteilung an der Membran beim Wechsel vom Ruhe- zum Aktionspotenzial, Phasen des Aktionspotenzials, korrekte Verwendung der Fachsprache Beschreibung einer Versuchsanordnung zur Untersuchung von Potenzialänderungen an Neuronen begründete Zuordnung von molekularen Vorgängen an der Axonmembran zu den passenden Kurven-Diagrammen (Potenzialmessung) [4, 5] Auswertung eines Experiments zur Erforschung oder Beeinflussung des Aktionspotenzials, z. B. durch Blockade der spannungsgesteuerten Ionenkanäle ggf. Vertiefung der Kenntnisse zur Informationsweiterleitung durch Bearbeitung der IQB-Aufgabe Schmerzen [6] *Kontext:* **Vergleich von sofortigem und langsam einsetzendem Schmerz** *zentrale Unterrichtssituationen:*	Ionenkanäle Positive Kaliumionen Negativ geladen organische Anionen Konzentrationsgradient Potentialdifferenz Gleichgewichtspotential Elektrische Stromstärke Elektrische Spannung Clamp-Technik Ruhepotential Schwellenwert Aktionspotential Depolarisation Repolarisation Hyperpolarisation Rafraktärzeit

Bau und Funktionen von Nervenzellen: Erregungsleitung	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366	Beschreibung des Phänomens der unterschiedlich schnellen Schmerzwahrnehmung, Aufstellen einer Forschungsfrage und Hypothesenbildung [7] modellgestützte Erarbeitung der beiden Erregungsleitungstypen und tabellarische Gegenüberstellung von schnellen Aδ-Fasern und langsameren C-Fasern [8] Erarbeitung der zwei grundsätzlichen Möglichkeiten einer Steigerung der Weiterleitungsgeschwindigkeit, z. B. anhand einer Datentabelle: Erhöhung des Axondurchmessers (Bsp. *Loligo vulgaris*) oder Myelinisierung fakultativ: Ableitung ultimater Ursachen für schnelle und langsame Erregungsleitung bei Wirbeltieren	Kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung
Wie kann eine Störung des neuronalen Systems die Informationsweitergabe beeinflussen? (ca. 1 DS) Störungen des neuronalen Systems	[9] https://www.dasgehirn.info/krankheiten/multiple-sklerose/multiple-sklerose S.66	*Kontext:* ***Multiple Sklerose als Beispiel für eine neurodegenerative Erkrankung*** *zentrale Unterrichtssituationen:* • Erarbeitung des Krankheitsbildes: Autoimmunerkrankung, bei der die Myelinscheiden im ZNS zerstört werden [9] • Analyse der Folgen einer neurodegenerativen Erkrankung für Individuum und Gesellschaft (B2, B6	Neurodegenerative Erkrankungen
Wie werden Reize aufgenommen und zu Signalen umgewandelt? (ca. 2 DS).) Bau und Funktionen von Nervenzellen: primäre und sekundäre Sinneszelle, Rezeptorpotenzial	S.58-63	*Kontext:* *„Das sieht aber lecker aus!“ – Sinneszellen und ihre adäquaten Reize* *zentrale Unterrichtssituationen:* • *Sensibilisierung für die biologischen Voraussetzungen einer Reizaufnahme und die damit verbundenen Einschränkungen der Wahrnehmung* • *Erarbeitung der Entstehung eines Rezeptorpotenzials in einer primären Sinneszelle (z. B. einer Riechsinneszelle), Darstellung der Signaltransduktion, die zur Auslösung von Aktionspotenzialen führt* • *Vergleich der Funktionsweise mit einer sekundären Sinneszelle, z. B.einer Geschmackssinneszelle* • *Hypothesenbildung zur Codierung der Reizstärke, Visualisierung der*	
Ab hier beginnt UV Nr 2 LK: Informationsweitergabe über Zellgrenzen (integriert in GK)			

Wie erfolgt die Informationsweitergabe zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese beeinflusst werden? **(ca. 4DS)** Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse • Verrechnung:Funktion einer Hemmenden Synapse, räumliche und zeitliche Summation • Stoffeinwirkung an Synapsen	S.44-53 [9] https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5369 [10] https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/get-TaskFile?id=p01^giftcocktailmeeresschnecke^f21794 S.50-53 [15] https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6083 [16]https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5452 [17] https://asset.klett.de/assets/3df4d75/Neuronale-Verschaltung.pdf [18] https://www.spektrum.de/frage/warum-hilft-kratzen-gegen-jucken/1288571 [19] https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjq4KXy7p2CAxWa9bsIHeCiDT4QFnoECAsQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.iqb.hu-berlin.de%2Fappsrc%2Ftaskpool%2Fdata%2Ftaskpools%2Fget-TaskFile%3Fid%3Dp01%255Egiftcocktailmeeresschnecke%255Ef21794&usg=AOvVaw07p7tEMzOxrtisat_DaUUF&opi=89978449	*Kontext:* Fakultativ: Erstellung von Erklärfilmen zur Synapse **Funktionsweise von Synapsen und deren Beeinflussung (z. B. durch Botox)** *zentrale Unterrichtssituationen:* Modellhafte Darstellung der Funktionsweise einer chemischen Synapse und Überführung in eine andere Darstellungsform, z. B. Erklärfilm oder Fließschema [9] Vertiefung der Funktion einer neuromuskulären Synapse durch Erarbeitung der Einwirkung von z. B. Botox, Berücksichtigung von Messwerten an einer unbehandelten und einer behandelten Synapse Zuordnung des möglichen Wirkortes verschiedener exogener Stoffen an der Synapse, etwa am Beispiel der Conotoxine [10]; Ergänzung des Erklärfilms oder Fließschemas *Kontext:* ***Warum hilft Kratzen gegen Juckreiz?*** *zentrale Unterrichtssituationen:* - 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 [15]) • Auswertung von Potenzialdarstellungen hinsichtlich der Verrechnung von Potenzialen [16,17] • Anwendung der Hemmung am Beispiel der Linderung des Juckreizes durch Kratzen [18] • ggf. Einsatz der Lernaufgabe „Giftcocktail von Meeresschnecken“ zur Vertiefung der Stoffeinwirkung an Synapsen [19] *Kontext:* **Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung** *zentrale Unterrichtssituationen:* Vorstellung der Wirkungsweise des Cannabinoids THC	Synpatischer Spalt Prä- und Postsynapse Vesikel Acetylcholin Spannungsgesteuerte Calciumionenkanäle Neurotransmitter Acetylcholin-Rezeptoren PSP EPSP/(IPSP) Acetylcholinesterase

Stoffeinwirkung an Synapsen	S.54-57 [11] https://www.ndr.de/ratgeber/gesundheit/Cannabis-Wirksames-Medikament-bei-chronischen-Schmerzen,cannabis212.html [12] https://www.kssg.ch/schmerzzentrum/fuer-patienten-besucher/faq-cannabis-der-schmerztherapie [13] https://www.bfarm.de/SharedDocs/Downloads/DE/Bundesopiumstelle/Cannabis/Vortrag_Cannabis_Begleiterhebung.pdf?__blob=publicationFile [14]https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getPoolFile?id=p01^pf21740	Hinweis: Da die konkretisierte Kompetenzerwartung dem Kompetenzbereich Bewertung zugeordnet ist, soll auf eine detaillierte Darstellung der molekularen Wirkungsweise von Cannabis verzichtet werden. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellungnahme. Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können [11, 12, 13] Hinweis: Neben den übergeordneten Kompetenzerwartungen B5–9 bietet es sich hier an, [14], ggf. weitere Bewertungskompetenzen in den Blick zu nehmen.	
Wie kann Lernen auf neuronaler Ebene erklärt werden? ***(ca. 2 DS)*** Zelluläre Prozesse des Lernens	[20] https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5862 [21] https://www.max-wissen.de/max-media/synaptische-plastizitaet-wie-synapsen-funken-max-planck-cinema/ S.94- 101	***Kontext:*** ***Lernen verändert das Gehirn*** *zentrale Unterrichtssituationen:* • Erarbeitung der synaptischen Plastizität auf zellulärer Ebene als aktivitätsabhängige Änderung der Stärke der synaptischen Übertragung (S6, E12, K1) [20] • 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 [21] • ggf. Planung und Durchführung von Lernexperimenten (Zusammenhanzwischen Wiederholung und Lernerfolg, Einfluss von Ablenkung auf erfolgreiches Lernen) • ggf. Analyse der eigenen Einstellung zum Lernen bzw. zum Lerngegenstand, hier auch kritische Reflexion von geschlechterspezifischen Stereotypen möglich	

Wie wirken neuronales System und Hormonsystem bei der Stressreaktion zusammen? ***(ca. 1 DS)*** Hormone: Hormonwirkung, Verschränkung hormoneller und neuronaler Steuerung	[22] https://www.schulentwicklung.nrw.de/material-datenbank/material/view/6084 S.76- 78	***Kontext:*** ***Körperliche Reaktionen auf Schulstress*** zentrale Unterrichtssituationen: • Reaktivierung von Wissen zu Hormonen (g Sek I) • Erarbeitung der wesentlichen Merkmale des hormonellen Systems beim Menschen • Vergleich der Unterschiede zwischen dem neuronalen und dem hormonellen System und Ableitung der Verschränkung beider Systeme [22] • ggf. Vertiefung durch Recherche der Bedeutung von Eustress oder der Bedeutung von Entspannungsphasen z. B. in Prüfungszeiten	

Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie

Inhaltliche Schwerpunkte:

Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen
Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel, Stoffwechselregulation auf Enzymebene
Stofftransport zwischen Kompartimenten
Chemiosmotische ATP-Bildung
Redoxreaktionen, Energieumwandlung, Energieentwertung, ATP-ADP-System

Aufbauender Stoffwechsel
Funktionale Angepasstheiten: Blattaufbau, Feinbau Chloroplast, Absorptions-spektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, ***Lichtsammelkomplex,***
Energetisches Modell der Lichtreaktionen
Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren
Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration
Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen
C_4-Pflanzen

Abbauender Stoffwechsel
Feinbau Mitochondrium
Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbon-säurezyklus und Atmungskette
Energetisches Modell der Atmungskette
Alkoholische Gärung und Milchsäuregärung

Fachliche Verfahren
Chromatografie
Tracer-Methode

Unterrichtsvorhaben Nr. 1: Energieumwandlung in lebenden Systemen

Zeitbedarf: Zeitbedarf: GK ca. 3 Unterrichtseinheiten à 90 Minuten; ***LK ca. 5 Unterrichtseinheiten à 90 Minuten***

Basiskonzepte:

im Grund- und Leistungskurs

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	
Individuelle und evolutive Entwicklung	
Zelldifferenzierung bei fotosynthetisch aktiven Zellen	Zelldifferenzierung bei C_3- und C_4-Pflanzen

Inhaltliche Schwerpunkte:
Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen

Zu entwickelnde Kompetenzen:
SACHKOMPETENZEN

- stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9).
- ***vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11)***

Arbeitsplan:

Verbindliche Inhaltsbereiche (Bausteine, Leitfragen, …)	Verwendetes Unterrichtsmaterial (Lehrwerk, Übungshefte, …)	Didaktisches Vorgehen (Empfehlung!) (Methoden, Medien, Differenzierung, …)	Wichtiges Fachwissen (Fachtermini, Verfahren, …)
Wie wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in nutzbare Energie um? - Energieumwandlung - Energieentwertung - Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel - ATP-ADP-System - Stofftransport zwischen den Kompartimenten - Chemiosmotische ATP-Bildung	Cornelsen: Biosphäre Sekundarstufe II - 2.0 Seite 114-119	**Leben und Energie - Lebensvorgänge in Zellen können nur mit Energiezufuhr ablaufen**. *Zentrale Unterrichtssituationen:* • Reaktivierung des Vorwissens zur Energieumwandlung in lebenden Systemen (EF), insbesondere: Zusammenhang von abbauendem und aufbauendem Stoffwechsel, energetische Kopplung von Reaktionen, Bedeutung der Moleküle $NADH+H^+$ und ATP • Erarbeitung des Modells eines technischen Kraftwerks (z.B. Pumpspeicherkraftwerk) zur Verdeutlichung der Energieumwandlung, dabei Aktivierung von Vorwissen zum Energieerhaltungssatz (Physik Sek I) [1] • Beschreibung der grundlegenden Funktionsweise des Transmembranproteins ATP-Synthase in lebenden Systemen • Übertragung der Modellvorstellung des Pumpspeicherkraftwerkes auf die Zelle: Die elektrische Energie entspricht der chemischen Energie des ATP, die Turbine entspricht der ATP-Synthase [2]	- ATP / ADP - Oxidation / Reduktion - Energieumsatz: Grundumsatz, Leistungsumsatz, Gesamtumsatz - Hydrolyse - respiratorischer Quotient - chemiosmotischen Kopplung -

Fettdruck = neu eingeführt; *Kursivdruck* = zur Vertiefung; Unterstreichung = zur Wiederholung; * Sternchen = nicht verpflichtend

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

Unterrichtsvorhaben Nr. 2: Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen

Zeitbedarf: GK: ca. 6 Unterrichtseinheiten à 90 Minuten ***LK: ca. 10 Unterrichtseinheiten à 90 Minuten***

Inhaltliche Schwerpunkte:

→ Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen

Zu entwickelnde Kompetenzen:

- stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9).
- erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels (S7, E1–4, E11, E12)
- ***vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11)***
- nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1–4, B5, B7, B9)

Arbeitsplan:

Verbindliche Inhaltsbereiche (Bausteine, Leitfragen, …)	Verwendetes Unterrichtsmaterial (Lehrwerk, Übungshefte, …)	Didaktisches Vorgehen (Empfehlung!) (Methoden, Medien, Differenzierung, …)	Wichtiges Fachwissen (Fachtermini, Verfahren, …)
Wie kann die Zelle durch den schrittweisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen? *- Feinbau Mitochondrium* *- Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäure-zyklus und Atmungskette* *- Redoxreaktionen*	Cornelsen: Biosphäre Sekundarstufe II - 2.0 Seite 120-142	**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	Glykolyse: - Energiebilanz, Regulation, Pyruvat Citratzyklus/Atmungskette: - Reaktionskette, Reaktionskreislauf - oxidative Decarboxylierung - Protonengradient - oxidative Phosphorylierung - Proteinkomplexe Zellatmung - Anabolismus - Katabolismus - Redoxkette Gärung

		oxidative Decarboxylierung und die Prozesse im Tricarbonsäurezyklus, dabei Fokussierung auf die Reaktionen, in denen Reduktionsäquivalente und ATP gebildet werden • Aufstellung einer Gesamtbilanz aus den ersten drei Schritten und Abgleich mit der Bruttogleichung der Zellatmung Hinweis: Strukturformeln der Zwischenprodukte müssen nicht reproduziert werden können. • Veranschaulichung des Elektronentransports in der Atmungskette und des Protonentransports durch die Membran anhand einer vereinfachten Darstellung (K9) • Analyse der Bedeutung der Verfügbarkeit von Sauerstoff als Endakzeptor der Elektronen und $NADH+H^+$ als Elektronendonator zur Aufrechterhaltung des Protonengradienten • Vervollständigung des Übersichtsschemas und Aufstellen einer Gesamtbilanz der Zellatmung (K9) • ***Demonstration der stark exergonischen Knallgasreaktion (ggf. Video) und Aufstellung der Reaktionsgleichung, Hypothesenbildung zum Ablauf der analogen Reaktion in den Mitochondrien*** • ***Vertiefung des Feinbaus von Mitochondrien bezüglich der Proteinausstattung der inneren Mitochondrienmembran*** • ***Veranschaulichung der Redoxreaktionen und des Gefälles der Redoxpotenziale in einem energetischen Modell der Atmungskette (E12)*** • ***Analyse der Bedeutung der Verfügbarkeit von Sauerstoff als Endakzeptor der Elektronen und $NADH+H^+$ als Elektronendonator zur Aufrechterhaltung des Protonengradienten*** • ***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***	- Alkoholische - Milchsäure - fakultativ anaerob - Pasteur-Effekt
• *Stoffwechselregulation auf Enzymebene*	Seite 130 – 139, 143-145	**Mikronährstoffpräparate beim Sport – Lifestyle oder notwendige Ergänzung?** *Zentrale Unterrichtssituationen:*	

		• Reaktivierung des Vorwissens zu enzymatischen Reaktionen und der Enzymregulation durch Aktivatoren und Inhibitoren unter Verwendung einfache, modellhafter Abbildungen (□EF) • Reaktivierung der Kenntnisse zu Cofaktoren am Beispiel von Mineralstoff- oder Vitaminpräparaten als Nahrungsergänzungsmittel (NEM) [2, 3] • ***Anwendung des Konzepts der enzymatischen Regulation auf ausgewählte enzymatische Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels (z.B. Feedbackhemmung der Phosphofructokinase) (E12)*** • Angeleitete Recherche zu NEM (Nahrungsergänzungsmittel) beim Sport, hierbei besondere Fokussierung auf Quellenherkunft und Intention der Autoren (K4) [4] • Bewertungsprozess: Abwägung von Handlungsoptionen und kriteriengeleitete Meinungsbildung sowie Entscheidungsfindung (B9) [5]	

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

Unterrichtsvorhaben Nr. 3: Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie

- **Zeitbedarf**: GK: ca. 9 Unterrichtsstunden à 90 Minuten ***LK: ca. 12 – 13 Unterrichtseinheiten à 90 Minuten***

Inhaltliche Schwerpunkte:

Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel,

Fachliche Verfahren: Chromatografie

Zu entwickelnde Kompetenzen:

- analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11).
- erklären funktionale Angepasstheiten an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4–S6, E3, K6–8).
- erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13).
- erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der Fotosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht (S2, S7, E2, K9).
- ***vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11)***
- ***werten durch die Anwendung von Tracermethoden erhaltene Befunde zum Ablauf mehrstufiger Reaktionswege aus (S2, E9, E10, E15)***
-

Arbeitsplan:

Verbindliche Inhaltsbereiche (Bausteine, Leitfragen, …)	Verwendetes Unterrichtsmaterial (Lehrwerk, Übungshefte, …)	Didaktisches Vorgehen (Empfehlung!) (Methoden, Medien, Differenzierung, …)	Wichtiges Fachwissen (Fachtermini, Verfahren, …)

Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von Pflanzen abhängig? Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren	Cornelsen: Biosphäre Sekundarstufe II - 2.0 Seite 164-167 https://www.bio-logisch-nrw.de/aufgabenarchiv https://www.chemie-schule.de/KnowHow/Engelmannscher_Bakterienversuch https://medienportal.siemens-stiftung.org/de/chromatografie-von-chlorophyll-109310	**Solarenergie sichert unsere Ernährung – Pflanzen sind Selbstversorger und Primärproduzenten** *Zentrale Unterrichtssituationen:* • Reaktivierung der Bruttogleichung der Fotosynthese (Sek I) und Beschreibung der Stärke- und Sauerstoffproduktion als ein Maß für die Fotosyntheseaktivität. • Messung der Sauerstoffproduktion bei der Wasserpest, z. B. mithilfe einer Farbreaktion oder bei Efeu, dabei Variation der äußeren Faktoren und Berücksichtigung der Variablenkontrolle (E6) • Auswertung der Ergebnisse, Abgleich mit Literaturwerten und Rückbezug auf Hypothesen (E 9-11)	- Lichtkompensationspunkt - Lichtsättigungspunkt - O_2-Kompensationspunkt - CO_2-Sättigungspunkt
Welche Blattstrukturen sind für die Fotosynthese von Bedeutung? Funktionale Angepasstheiten: Blattaufbau	S. 146-149	**Stärkenachweis in panaschierten Blättern – die Fotosynthese findet nur in grünen Pflanzenteilen statt** *Zentrale Unterrichtssituationen:* • Reaktivierung der Kenntnisse zum Aufbau eines Laubblatts (EF), Erläuterung der morphologischen Strukturen, die für die Fotosyntheseaktivität von Landpflanzen bedeutend sind • Erläuterung von Struktur-Funktions-Zusammenhängen für unterschiedliche Gewebe im schematischen Blattquerschnitt, dabei Berücksichtigung der Versorgung fotosynthetisch aktiver Zellen mit Kohlenstoffdioxid, Wasser und Lichtenergie • Mikroskopie eines Abziehpräparats der unteren Blattepidermis und Hypothesenbildung zur Regulation des Gasaustausches und der Transpiration durch Schließzellen [3] • Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zu Angepasstheiten von Sonnen- und Schattenblättern (E3), Auswertung von Daten zur Fotosyntheserate • ggf. Korrektur finaler Erklärungen der Angepasstheiten (K7)	Blattaufbau: - Cuticula - Interzellulare - Stomata - Schließzellen - Transpiration - Modifikation - Mesophyten - Xerophyten
Welche Funktionen haben Fotosynthesepigmente? - Funktionale Angepasstheiten: Absorptionsspektrum von	S. 150-160	**Der ENGELMANN-Versuch- Die Fotosyntheseleistung ist abhängig von der Wellenlänge des Lichts.** *Zentrale Unterrichtssituationen:*	- Absorption - Assimilation - Energiezustände Der Chloroplast als Fotosyntheseort: - Stroma

Chlorophyll, Wirkungsspektrum, Feinbau Chloroplast - Chromatografie		• Auswertung des ENGELMANN-Versuchs und Erklärung des ungleichmäßigen Bakterienwachstums entlang der fädigen Alge [4] • Herstellen eines Zusammenhangs zwischen dem Absorptionsspektrum einer Rohchlorophylllösung und dem Wirkungsspektrum der Fotosynthese • Sachgemäße Durchführung der DC-Chromatografie und Identifikation der Pigmente [5] (E4) • Wiederholung des Feinbaus eines Chloroplasten und Verortung der Pigmente in der Thylakoidmembran • Reflexion des Erkenntnisgewinnungsprozesses (z.B. Einsatz analytischer Verfahren, historischer Experimente und Modelle) (E13) • ***Erläuterung der Funktionsweise von Lichtsammelkomplexen und ihrer Organisation zu Fotosystemen unter Verwendung von Modellen***	- Thylakoidmembran - Fotosysteme - Proteinkomplexe - Lichtsammelkomplex - Chlorophyll a / b - Photon Farbstoffe: - Anthocyane - Chlorophylle, Carotine und Xanthophylle Chromatographie: - Adsorptionschromatographie - Verteilungschromatographie - Papierchromatographie - Dünnschichtchromatographie - Chromatogramm - R_f-Wert - Hochdruckflüssigkeitschromatographie (HPLC) - Gaschromatographie
Wie erfolgt die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie? - Chemiosmotische ATP-Bildung - Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen, - Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration - Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel	S. 161-163	**Chloroplasten als Lichtwandler – Wie erfolgt die Synthese von Glucose mit Hilfe von Sonnenlicht?** *Zentrale Unterrichtssituationen:* • 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) • Beschreibung des EMERSON-Effekts anhand eines Diagramms zur Fotosyntheseleistung bei unterschiedlichen Wellenlängen, Identifizierung von Fragestellungen zur Funktionsweise der Fotosysteme (E2) • • 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 (K11) • Darstellung von Energietransfer in den beiden Fotosystemen, die Fotolyse des Wassers, den Elektronentransport über Redoxsysteme mit Redoxpotenzialgefälle und der Bildung von NADPH+ H^+ (K11)	- Fotoreaktion - Fotolyse - chemiosmotisches Modell - C4-Pflanzen - CAM-Pflanzen

		• Erläuterung der Teilschritte des CALVIN-Zyklus, dabei Fokussierung auf die Kohlenstoffdioxidfixierung durch das Enzym Rubisco, das Recyclingprinzip von Energie- und Reduktionsäquivalenten sowie auf die Bedeutung zyklischer Prozesse • ***Erläuterung des Tracer- Experiments von CALVIN und BENSON zur Aufklärung der Synthesereaktion und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen der gewonnenen Erkenntnisse (E10, E15)*** • Vervollständigung des Übersichtsschemas zur Veranschaulichung des stofflichen und energetischen Zusammenhangs der Teilreaktionen (S2, E9) • Darstellung des Zusammenwirkens von Chloroplasten und Mitochondrien in einer Pflanzenzelle für die Aufrechterhaltung der Lebensvorgänge in einer Pflanzenzelle (S7, E9)	

Fettdruck = neu eingeführt; *Kursivdruck* = zur Vertiefung; Unterstreichung = zur Wiederholung; * Sternchen = nicht verpflichtend

Nr	URL/Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6086	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

Unterrichtsvorhaben Nr. 4 - NUR LK: Fotosynthese - Prozessoptimierung

Zeitbedarf: *LK: ca. 5 Unterrichtseinheiten à 90 Minuten*

Inhaltliche Schwerpunkte:

Zu entwickelnde Kompetenzen:

- *vergleichen die Sekundärvorgänge bei C3- und C4- Pflanzen und erklären sie mit der Angepasstheit an unterschiedliche Standortfaktoren (S1, S5, S7, K7)*
- *beurteilen und bewerten multiperspektivisch Zielsetzungen einer biotechnologisch optimierten Fotosynthese im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung (E17, K2, K13, B2, B7, B12)*

Arbeitsplan

Verbindliche Inhaltsbereiche (Bausteine, Leitfragen, …)	Verwendetes Unterrichtsmaterial (Lehrwerk, Übungshefte, …)	Didaktisches Vorgehen (Empfehlung!) (Methoden, Medien, Differenzierung, …)	Wichtiges Fachwissen (Fachtermini, Verfahren, …)
Welche morphologischen und physiologischen Angepasstheiten ermöglichen eine effektive Fotosynthese an heißen und trockenen Standorten? • ***Funktionale Angepasstheiten: Blattaufbau*** • ***C_4-Pflanzen*** ***Stofftransport zwischen Kompartimenten***	S. 162 – 163	***Verhungern oder Verdursten? – Angepasstheiten bei Mais und Hirse*** • ***Erläuterung der Standortfaktoren von C_4-Pflanzen, Hypothesenbildung zu Angepasstheiten, auch unter Berücksichtigung der höheren FS-Leistung*** • ***Identifizierung der anatomischen Unterschiede im schematischen Blattquerschnitt von C_3- und C_4-Pflanzen und Beschreibung der physiologischen Unterschiede*** • ***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*** ***fakultativ: Vergleich verschiedener Fotosynthesefor-men inklusive CAM***	C4-Pflanzen, CAM-Pflanzen, Leguminosen, Rhizobium, Sukkulenz, Dornen, Emergenzen, Kompartimentierung von Kohlenhydratzyklen (C4- / CAM-Metabolismus), Epidermis, Mesophyll, Leitbündel, PEP-Carboxylase, RuBisCO,
Inwiefern können die Erkenntnisse aus der Fotosyntheseforschung zur Lösung der weltweiten CO_2-Problematik beitragen? ***Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen***	Zur künstlichen Photosynthese: https://www.mpg.de/14793996/kuenstliche-fotosynthese https://www.max-wissen.de/max-hefte/kuenstliche-fotosynthese/ https://www.swr.de/wissen/forscher-entwickeln-kuenstliche-photosynthese-108.html	***Künstliche Fotosynthese – eine Maßnahme gegen den Klimawandel?*** • ***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***	

	Erklärvideo der Uni Jena zur künstlichen Photosynthese: https://www.youtube.com/watch?v=4gBSSOTAk1E	***(B2)*** • ***Aufstellen von wertebasierten Bewertungskriterien innerfachlicher und gesellschaftlicher/ wirtschaftlicher Art (B7)*** ***Bewertung der Zielsetzungen aus ökologischer, ökonomischer, politischer und sozialer Perspektive (B12)***	

Inhaltsfeld 4: Ökologie

Basiskonzepte

im Grund- und Leistungskurs

Struktur und Funktion
Kompartimentierung in Ökosystemebenen
Stoff- und Energieumwandlung
Stoffkreisläufe in Ökosystemen
Steuerung und Regelung
Positive und negative Rückkopplung ermöglichen physiologische Toleranz
Individuelle und evolutive Entwicklung
Angepasstheit an abiotische und biotische Faktoren

Inhaltliche Schwerpunkte:

-Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen

- Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren

- Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven, ökologische Potenz
- Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf, Stickstoffkreislauf, Nahrungsnetz
- Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz, Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen
- Ökologische Nische
- ***Fortpflanzungsstrategien: r- und K-Strategien***
- ***Idealisierte Populationsentwicklung: exponentielles und logistisches Wachstum***

-Fachliche Verfahren: Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal
- Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative und quantitative Erfassung von Arten in einem Areal

- Einfluss des Menschen auf Ökosysteme
- Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts
- Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen, nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität
- ***Hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt***
- ***ökologischer Fußabdruck***

Zu entwickelnde Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler...
- erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem (S5–7, K8).
- untersuchen auf der Grundlage von Daten die physiologische und ökologische Potenz von Lebewesen (S7, E1–3, E9, E13).
- 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).
- ***interpretieren grafische Darstellen der Populationsdynamik unter idealisierten und realen Bedingungen auch unter Berücksichtigung von Fortpflanzungsstrategien (S5, E9, E10, E12, K9).***
- ***analysieren Schwierigkeiten der Risikobewertung für hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt unter Berücksichtigung verschiedener Interessenlagen (E15; K10, K14, B1, B2, B5).***
- ***beurteilen anhand des ökologischen Fußabdrucks den Verbrauch endlicher Ressourcen aus verschiedenen Perspektiven (K13, K14, B8, B10, B12).***

Unterrichtsvorhaben Nr. 1: Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen

Zeitbedarf: ca. 9 Stunden à 90 Minuten LK ca. 15 Stunden a`90 min

Arbeitsplan:

Verbindliche Inhaltsbereiche (Bausteine, Leitfragen, …)	Verwendetes Unterrichtsmaterial (Lehrwerk, Übungshefte, …)	Didaktisches Vorgehen/ Empfehlungen (Methoden, Medien, Differenzierung, …)	Wichtiges Fachwissen (Fachtermini, Verfahren, …)
Welche Forschungsgebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Ökologie? (ca. 1,5 Ustd.) Ca. 1,5 UStd. - Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren.	-Biosphäre 2.0 Qualifikationsphase https://www.researchgate.net/publication/235710596_Zeigwerte_von_Pflanzen_in_MittelEuropa https://www.oekolandbau.de/fileadmin/redaktion/dokumente/lehrer/Lehrmaterial/landwirtschaft/10_bsa_lw_gruenland_ua.pdf http://eh-da-flaechen.de/index.php/eh-da-flaechen/was-sind-eh-da-flaechen	**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)	- Biozönose, Biotop, Population, Organismus, Synökologie Biosphäre - morphologische und physiologische Angepasstheiten - biotische und abiotische Faktoren -
Inwiefern bedingen abiotische Faktoren die Verbreitung von Lebewesen? (ca. 2,5 Ustd.) (ca. 4 Ustd) - Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven	S. 180 - 189	**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 Angepasstheiten bei Tieren am Beispiel des Umweltfaktors Wasser (ggf. Reaktivierung des Vorwissens zu morphologischen und physiologischen Angepasstheiten bei Pflanzen → UV 3 Stoffwechselphysiologie) • Untersuchung der Temperaturpräferenz bei Wirbellosen • Interpretation von Toleranzkurzen eurythermer und stenothermer Lebewesen. • Erklärung der unterschiedlichen physiologischen Temperaturtoleranz ausgewählter Lebewesen unter Berücksichtigung des Basiskonzepts Steuerung und Regelung. Berücksichtigung der unterschiedlichen Temperaturtoleranz für Überleben, Wachstum und Fortpflanzung	- Euryök, stenök, Konformer und Regulierer, ektotherm, endotherm, RGT-Regel -

		Erweiterung des Konzepts der physiologischen Toleranz durch die Analyse von Daten aus Mehrfaktorenexperimenten, kritische Betrachtung der Übertragbarkeit der in Laborversuchen gewonnenen Daten auf die Situation im Freiland (E13) • Beschreibung des Wirkungsgesetzes der Umweltfaktoren. • Reflexion der Methodik und Schlussfolgerung, dass die Auswirkungen veränderter Umweltbedingungen aufgrund des komplexen Zusammenwirkens vieler Faktoren nur schwer vorhersagbar sind (E13)	
Welche Auswirkungen hat die Konkurrenz um Ressourcen an realen Standorten auf die Verbreitung von Arten? (ca. 2,5 Ustd.) - Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz, - Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische Potenz - Ökologische Nische		**Vergleich der Standortbedingungen für ausgewählte Arten in Mono- und Mischkultur** *Zentrale Unterrichtssituationen*: • 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, z. B. von Baumarten oder Gräsern in Mono- und Mischkultur (S7) • Erklärung der ökologischen Potenz mit dem Zusammenwirken von physiologischer Toleranz und der Konkurrenzstärke um Ressourcen (E9, K6–8) • Erläuterung des Konzepts der „ökologischen Nische“ als Wirkungsgefüge aller biotischen und abiotischen Faktoren, die das Überleben der Art ermöglichen (vertiefende Erarbeitung der Merkmale interspezifischer Beziehungen → UV 2 Ökologie) Herausstellen der Mehrdimensionalität des Nischenmodells und der ultimaten Erklärung der Einnischung (K7, E17)	Konkurrenz, ökologische Nische, Intra- und interspezifische Konkurrenz Habitat, Konkurrenzausschluss, Koexistenz, ökologische Potenz Abundanz
Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden? (ca. 1,5 Ustd.) - Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge - Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen, - Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal		**Fettwiese oder Magerrasen? – Zeigerpflanzen geben Aufschluss über den Zustand von Ökosystemen** *Zentrale Unterrichtssituationen:* • 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 • 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]	

Unterrichtsvorhaben Nr. 2: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften

a

Zeitbedarf: ca. 4-5 Unterrichtsstunden à 90 Minuten, LK 7 bis 8 Ustd. a`90 min

Arbeitsplan:

Verbindliche Inhaltsbereiche (Bausteine, Leitfragen, …)	Verwendetes Unterrichtsmaterial (Lehrwerk, Übungshefte, …)	Didaktisches Vorgehen (Methoden, Medien, Differenzierung, …)	Wichtiges Fachwissen (Fachtermini, Verfahren, …)
Welche grundlegenden Annahmen gibt es in der Ökologie über die Dynamik von Populationen? (ca. 3 Ustd	Cornelsen Biosphäre Qualifikationsphase 2.0 S. 220 ff.	**Sukzession – wie verändern sich die Populationsdichte und -zusammensetzung an Altindustriestandorten? [1]** • 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	Sukzession; exponentielles und logistisches Wachstum, dichtebegrenzende Faktoren, r – und K-Strategen
In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar? (ca. 5 Ustd.) (3 Ustd.)	Cornelsen Biosphäre Qualifikationsphase 2.0	**Gut vernetzt – Wechselwirkungen in Biozönosen** *Zentrale Unterrichtssituationen*:	Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen Lotka-Volterra-Regeln

• Interspezifische Beziehungen: Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6091 https://www.leopoldina.org/uploads/tx_leopublication/2018_Diskussionspapier_Pflanzenschutzmittel.pdf	• 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 Angepasstheiten ausgewählter interagierenden 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) - Interpretation grafischer Darstellungen von Räuber-Beute-Systemen und kritische Reflexion der Daten auch im Hinblick auf Bottom Up- oder Top Down-Kontrolle (E9)	Mimikry, Mimese Bottom-up und Top-down Effekte Nahrungsnetze und Trophiestufen Symbiose Parasitismus: Ekto- und Endoparasiten
Wie können Aspekte der Nachhaltigkeit im Ökosystemmanagement verankert werden? (ca. 4 Ustd.) (3 Usdt) • Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität • Hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt	S. 258 / 261	**Pestizideinsatz in der Landwirtschaft** *Zentrale Unterrichtssituationen*: • Analyse eines Fallbeispiels zur chemischen Schädlingsbekämpfung mit Pestizideinsatz (K12) unter Berücksichtigung der kurzfristigen und langfristigen Populationsentwicklung des Schädlings - 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] - 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	Artenvielfalt Klimawandel Renaturierung Pesitzide und Insektizide Fossile Energie

		Umwelt auftreten und Diskussion der damit verbundenen Problematik eines Verbotsverfahrens (BfR Endokrine Disruptoren) (E15) - Analyse der Interessenslagen der involvierten Parteien (B1, B2)	

Unterrichtsvorhaben Nr. 3: Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen

Zeitbedarf: ca. 4 bis 5 Unterrichtsstunden à 90 Minuten; LK ca. 9 Ustd. a`90 min

Arbeitsplan:

Verbindliche Inhaltsbereiche (Bausteine, Leitfragen, …)	Verwendetes Unterrichtsmaterial (Lehrwerk, Übungshefte, …)	Didaktisches Vorgehen/ Empfehlungen (Methoden, Medien, Differenzierung, …)	Wichtiges Fachwissen (Fachtermini, Verfahren, …)
In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften durch Energie-fluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbindung? ***(ca. 4 Ustd.) (2,5 Usdt.)*** • Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz	Cornelsen Biosphäre Qualifikationsphase 2.0 https://gdcp-ev.de/wp-content/tb2017/TB2017_186_Trauschke.pdf https://www.max-wissen.de/max-hefte/geomax-22-kohlenstoffkreislauf/ https://www.max-wissen.de/max-media/klima-der-kohlenstoffkreislauf-max-planck-cinema/ https://www.bmuv.de/themen/klimaschutz-anpassung/klimaanpassung/worum-geht-es	**Nahrungsbeziehungen und ökologischer Wirkungsgrad** *Zentrale Unterrichtssituationen:* • 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) • 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	Treibhauseffekt Stickstoffkreislauf:Nitrationen, Destruenten, Nitrifikation, Knöllchenbakterien, Denitrifikation, Stickstofffixierung, Dünger, Trophieebenen , Sukzession

		• Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der modellhaften Darstellungen (E12) - ggf. Anwendung der erworbenen Kenntnisse am Beispiel des Flächen- und Energiebedarfs für die Fleischproduktion auf Grundlage von Untersuchungsbefunden (E14) [1] - Anwendung der erworbenen Kenntnisse am Beispiel des Flächen- und Energiebedarfs für die Fleischproduktion auf Grundlage von Untersuchungsbefunden (E14) [2]	
Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant? ***(ca. 2 Ustd.) (1,5 Usdt.)*** • Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf	S. 250 / 251	**Kohlenstoffkreislauf und Klimaschutz** *Zentrale Unterrichtssituationen:* • Darstellung der Austauschwege im Kohlenstoffkreislauf zwischen den Sphären der Erde (Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre, Biosphäre) [2,3] - Unterscheidung von langfristigem und kurzfristigem Kohlenstoffkreislauf und Erläuterung der Umweltschädlichkeit von fossilen Energiequellen in Bezug auf die Erderwärmung (E14) - Recherche zu Kipppunkten (Tipping Points) des Klimawandels und Erläuterung eines Kippelements, z. B. Permafrostboden (K2) [6	Kohlenstoffkreislauf
Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden? ***(ca. 3 Ustd.) (2,5 Usdt.)*** • Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts		**Aktuelle Debatte um den Einfluss des Menschen auf den Klimawandel** *Zentrale Unterrichtssituationen:* • 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 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 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) - Ermittlung eines ökologischen Fußabdrucks, Reflexion der verschiedenen zur Ermittlung herangezogenen Dimensionen, Sammlung von Handlungsoptionen im persönlichen Bereich (B8, K13)	anthropogener Treibhauseffekt

Wie können umfassende Kenntnisse über ökologische Zusammenhänge helfen, Lösungen für ein komplexes Umweltproblem zu entwickeln? (ca. 2,5 Ustd.)	252 / 253	Umweltproblem Stickstoffüberschuss: Ursachen und Auswege Zentrale Unterrichtssituationen: • 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	Stickstoffkreislauf

Inhaltsfeld 5: Genetik (und Evolution) **→ Das Inhaltsfeld Genetik beginnt im 4.Quartal der Q1**

Unterrichtsvorhaben Nr. 1: DNA – Speicherung und Expression genetischer Information

Zeitbedarf: ca. 27 Unterrichtsstunden à 45 Minuten
Basiskonzepte:

im Grund- und Leistungskurs

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
Steuerung und Regelung
Prinzip der Homöostase bei der Regulation der Genaktivität
Individuelle und evolutive Entwicklung
Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Molekulargenetische Grundlagen des Lebens

Zu entwickelnde Kompetenzen:

- 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)
- erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8).

- erklären die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren und DNA-Methylierung (S2, S6, E9, K2, K11)

Arbeitsplan:

Verbindliche Inhaltsbereiche (Bausteine, Leitfragen, …)	Verwendetes Unterrichtsmaterial (Lehrwerk, Übungshefte, …)	Didaktisches Vorgehen (Methoden, Medien, Differenzierung, …)	Wichtiges Fachwissen (Fachtermini, Verfahren, …)
Wie wird die identische Verdopplung der DNA vor einer Zellteilung gewährleistet? ***(ca. 4 Ustd.)*** Speicherung und Realisierung genetischer Information: Bau der DNA, semikonservative Replikation,	[1] http://www.ngfn-2.ngfn.de/genial-einfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt3.html [4] https://www.igb.hu-berlin.de/bista/UnterrichtSekII/nawi_allg/biologie	*Kontext:* **Zellteilungen der Zygote nach Befruchtung** *zentrale Unterrichtssituationen:* • 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-STAHL-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)	DNA, mRNA, genetischer Code, Operon-Modell, Genregulation, Transkriptionsfaktoren, Restriktionsenzyme, Sequenzierung der DNA, PCR, komplementär, antiparallel, Doppelhelix, tRNA, Replikation, Enzyme, Okazaki-Fragmente, Exons, Introns, alternatives Spleißen, posttranslationale Modifikation
Wie wird die genetische Information der DNA zu Genprodukten bei Prokaryoten umgesetzt ***(ca. 6 Ustd.)*** Transkription, Translation	[3] http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialein-fach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt5.html	*Kontext:* **Modellorganismus Bakterium: Erforschung der Proteinbiosynthese an Prokaryoten** *zentrale Unterrichtssituationen:* • 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-	Transkription, Translation, Genexpression, Schlüssel-Schloss-Prinzip, Ein-Gen-ein Polypeptid-Hypothese, Promotor, codogener Strang, Terminator, Operator, Repressor, Anticodon, tRNA-Synthetasen, Ribosome,

		und Proteinebene zur Strukturierung der Informationen • Erläuterung des Ablaufs der Transkription z. B. anhand einer Animation (Eigenschaften und Funktionen der RNA-Polymerase, Erkennen der Transkriptionsrichtung) unter Anwendung der Fachsprache • Erläuterung des Vorgangs der Translation ausgehend von unterschiedlichen modellhaften Darstellungen und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modelle unter Berücksichtigung gemeinsam formulierter Kriterien • Erarbeitung der Eigenschaften des genetischen Codes und Anwendung der Codesonne unter Rückbezug auf das erstellte Fließschema [ggf. 3] • Berücksichtigung des Energiebedarfs der Proteinbiosynthese (Bezug zum Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung) - Begründung der Verwendung des Begriffs Genprodukt anhand der Gene für tRNA und rRNA	
Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen bei der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten? ***(ca. 5 Ustd.)***	•	*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)	s.o.

Wie können sich Veränderungen der DNA auf die Genprodukte und den Phänotyp auswirken? ***(ca. 5 Ustd.)*** Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Genmutationen Familienstammbäume, Gentherapie und Beratung	[5] https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6078	*Kontext:* **Resistenzen bei Eukaryoten (z. B. Herzglykosid-Resistenz beim Monarchfalter)** *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 sprachsensiblem Umgang mit funktionalen und kausalen Erklärungen - Alternativer Kontext: Antibiotika-Resistenz bei Bakterien Menschliche Erkrankungen: • Fallbeispiel Kinderwunsch: Analyse Familienstammbäume und ableiten möglicher Konsequenzen für Gentest und Beratung • Bewerten Nutzen und Risiken einer Gentherapie beim Menschen (zum Beispiel anhand von Vektoren) und nehmen zum Einsatz gentherapeutischer Verfahren Stellung	Genomutationen,Punktmutation missense, nonsense, stumme Mutation, Leseratermutation: Insertion, Deletion, Austausch Wildtyp, Mutante, Allel, Basensequenz, AS-Sequenz
Wie wird die Genaktivität bei Eukaryoten gesteuert? ***(ca. 7 Ustd.)*** Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung, Histonmodifikation und RNA-Interferenz Krebszellen, personalisierte Medizin	Epigenetik: [6] https://www.youtube.com/watch?v=xshPL5hU0Kg&t=104s	*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)	Genexpression, Transkriptionsfakoren, Enhancer, Silencer, Transkriptionskomplex, RNA-editing, LeitRNA, MikroRNA, Histone, Acetylierung, Methylierung, Genom, Epigenom, Proteom, RNA-Interferenz, Dicer, cRNA, RISC ***Onkogene, Anti-Onkogene*** - ***PCR, Gelelektrophorese*** - ***Gentechnik: Veränderung und Einbau von***

		• 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 • Erklären die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren und DNA-Methylierung sowie RNA-Interferenz und Histonmodifikation anhand von Modellen (z. B. an Agouti-Mäusen) • Erläutern PCR und Gelelektrophorese unter anderem als Verfahren zur Feststellung von Genmutationen (z. B. Vaterschaftstest, Kriminologie, Krankheiten) • Erklären die Herstellung rekombinanter DNA und nehmen zur Nutzung gentechnisch veränderter Organismen Stellung (Anti-Matsch-Tomate, Maispflanzen) **Krebserkrankungen** • Begründen Eigenschaften von Krebszellen mit Veränderungen in Proto-Onkogenen und Anti-Onkogenen (Tumor-Supressorgenen) • Begründen den Einsatz der personalisierten Medizin in der Krebstherapie (Fallbeispiel)	***DNA, gentechnische Verfahren***

Unterrichtsvorhaben 4: (Genetik und) Evolution

Verbindliche Inhaltsbereiche (Bausteine, Leitfragen, …)	Verwendetes Unterrichtsmaterial (Lehrwerk, Übungshefte, …)	Didaktisches Vorgehen (Methoden, Medien, Differenzierung, …)	Wichtiges Fachwissen (Fachtermini, Verfahren, …)
Wie entstand und entwickelte sich das Leben?		- Begründen die Abgrenzung der synthetischen Evolutionstheorie gegen nicht naturwissenschaftliche Vorstellungen und nehmen zu diesen Stellung (Darwin, Lamarck, Schöpfungstheorie)	Synthetische Evolutionstheorie: - Mutationen - Rekombination - Selektion - Variation - Gendrift - Adaptiver Wert von Verhalten

		- Begründen die Veränderungen im Genpool einer Population mit der Wirkung der Evolutionsfaktoren - Erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse	- Kosten-Nutzen-Analyse - Reproduktive Fitness - Co-Evolution
Wie sind Lebewesen miteinander verwandt?		- Erklären Prozesse des Artwandels und der Artbildung mit Hilfe der synthetischen Evolutionstheorie (Basiskonzept individuelle und evolutive Entwicklung) -> kriteriengeleitete Erarbeitung z. B. anhand der Videos von studyflix zu allopatrischer, parapatrischer und sympatrischer Artbildung) - Deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (Homologie z. B. Mundwerkzeuge Schmetterlinge und Analogie z. B. Maulwurf und Maulwurfsgrille) - Analysieren phylogenetische Stammbäume im Hinblick auf die Verwandtschaft von Lebewesen und die Evolution von Genen (z. B. Stammbäume zu Kamelartigen)	- Artbildung - Biodiversität - Populationsgenetischer Artbegriff - Isolation - Molekularbiologische Homologien - Analogien - Adaptive Radiation

Wie verhalten sich Primaten untereinander?		- ***Erläutern datenbaisert das Fortpflanzungsverhalten von Primaten auch unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung***	- ***Exogene und endogene Ursachen*** - ***Fortpflanzungsverhalten***
Wie hat sich der Mensch entwickelt?		- ***Diskutieren wissenschaftliche Befunde und Hypothesen zur Humanevolution auch unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit*** - ***Analysieren die Bedeutung der kulturellen Evolution für soziale Lebewesen (z. B. was zeichnet unsere menschliche Kultur aus? Ggf. mit Zeitstrahl)***	- ***Ursprung*** - ***Fossilgeschichte*** - ***Stammbäume u. Verbreitung des heutigen Menschen*** - ***Werkzeuggebrauch*** - ***Sprachentwicklung***

2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit

In Absprache mit der Lehrerkonferenz sowie unter Berücksichtigung des Schulprogramms hat die Fachkonferenz Biologie die folgenden fachmethodischen und fachdidaktischen Grundsätze beschlossen. In diesem Zusammenhang beziehen sich die Grundsätze 1 bis 14 auf fächerübergreifende Aspekte, die auch Gegenstand der Qualitätsanalyse sind, die Grundsätze 15 bis 25 sind fachspezifisch
angelegt.

Überfachliche Grundsätze:

1.) Geeignete Problemstellungen zeichnen die Ziele des Unterrichts vor und bestimmen die Struktur der Lernprozesse.

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

Fachliche Grundsätze:

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

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

2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Auf der Grundlage von § 48 SchulG, § 13 APO-GOSt des Kernlehrplans Biologie hat die Fachkonferenz im Einklang mit dem ent sprechenden schulbezogenen Konzept die nachfolgenden Grundsätze zur Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung beschlossen. Die nach folgenden Absprachen stellen die Minimalanforderungen an das lerngruppenübergreifende gemeinsame Handeln der Fachgruppenmitglieder dar. Bezogen auf die einzelne Lerngruppe kommen ergänzend weitere der in den Folgeabschnitten genannten Instrumente der Leistungsüberprüfung zum Einsatz.

<u>Beurteilungsbereich: Sonstige Mitarbeit</u>

Folgende Aspekte sollen bei der Leistungsbewertung der sonstigen Mitarbeit eine Rolle spielen (die Liste ist nicht abschließend):

- Verfügbarkeit biologischen Grundwissens
- Sicherheit und Richtigkeit in der Verwendung der biologischen Fachsprache
- Sicherheit, Eigenständigkeit und Kreativität beim Anwenden fachspezifischer Methoden und Arbeitsweisen (z. B. beim Aufstellen von Hypothe sen, bei Planung und Durchführung von Experimenten, beim Umgang mit Modellen, …)
- Zielgerichtetheit bei der themenbezogenen Auswahl von Informationen und Sorgfalt und Sachrichtigkeit beim Belegen von Quellen
- Sauberkeit, Vollständigkeit und Übersichtlichkeit der Unterrichtsdokumentation, ggf. Portfolio
- Sachrichtigkeit, Klarheit, Strukturiertheit, Fokussierung, Ziel- und Adressatenbezogenheit in mündlichen und schriftlichen Darstellungsformen, auch mediengestützt
- Sachbezogenheit, Fachrichtigkeit sowie Differenziertheit in verschiedenen Kommunikationssituation (z. B. Informationsaustausch, Diskussion, Feed-back, …)
- Reflexions- und Kritikfähigkeit
- Schlüssigkeit und Differenziertheit der Werturteile, auch bei Perspektivwechsel
- Fundiertheit und Eigenständigkeit der Entscheidungsfindung in Dilemmasituationen

Beurteilungsbereich: Klausuren

Einführungsphase:

1 Klausur im ersten Halbjahr (90 Minuten), im zweiten Halbjahr werden 2 Klausuren (je 90 Minuten) geschrieben.

Grundkurs:

Q1.1: 2 Klausuren à 120 Minuten (60 Min. pro Aufgabe) mit BE-Verteilung 9 : 15 : 6
Q1.2: 2 Klausuren à 120 Minuten (60 Min. pro Aufgabe) mit BE-Verteilung 9 : 15 : 6
Q2.1: 2 Klausuren à 150 Minuten (75 Min. pro Aufgabe) mit BE-Verteilung 9 : 15 : 6
Q2.2: Vorabitur-Klausur à 255 Min. inkl. 30 Min. Auswahlzeit. VIER Aufgaben (à 75 Min.) müssen gestellt werden, von denen DREI ausgewählt werden mit BE-Verteilung 9 : 15 : 6

Leistungskurs:

Q1.1: zwei Klausuren à 150 Minuten (75 Min. pro Aufgabe) mit BE-Verteilung 12 : 20 : 8
Q1.2: zwei Klausuren à 150 Minuten (75 Min. pro Aufgabe) mit BE-Verteilung 12 : 20 : 8
Q2.1: zwei Klausuren à 225 Minuten, wobei diese aus DREI Teilaufgaben besteht (mit 75 Min. pro Aufgabe) OHNE Auswahl mit BE-Verteilung 12 : 20 : 8
Q2.2: Vorabitur-Klausur à 300 Min. inkl. 30 Min. Auswahlzeit. VIER Aufgaben à 90 Min. müssen gestellt werden, von denen DREI ausgewählt werden mit BE-Verteilung 12 : 20 : 8

Die Leistungsbewertung in den Klausuren wird mit Blick auf die schriftliche Abiturprüfung mit Hilfe eines Kriterienrasters („Erwartungshorizont“) durchgeführt, welches neben den inhaltsbezogenen Teilleistungen auch, wenn durch Lehrkraft erwünscht, darstellungsbezogene Leistungen ausweist (siehe neue Vorgaben Abitur ab 2025. Dieses Kriterienraster wird den korrigierten Klausuren beigelegt und Schülerinnen und Schülern auf diese Weise transparent gemacht.
Die Zuordnung der Hilfspunkte zu den Notenstufen orientiert sich in der Qualifikationsphase am Zuordnungsschema des Zentralabiturs. Die Note ausreichend soll bei Erreichen von ca. 50 % der Hilfspunkte erteilt werden. Eine Absenkung der Note kann gemäß APO-GOSt bei häufigen Verstößen gegen die Sprachrichtigkeit vorgenommen werden.

Grundsätze der Leistungsrückmeldung und Beratung:

Für Präsentationen, Arbeitsprotokolle, Dokumentationen und andere Lernprodukte der sonstigen Mitarbeit erfolgt eine Leistungsrückmeldung, bei der inhalts- und darstellungsbezogene Kriterien angesprochen werden. Hier werden zentrale Stärken als auch Optimierungsperspektiven für jede Schülerin bzw. jeden Schüler hervorgehoben.
Die Leistungsrückmeldungen bezogen auf die mündliche Mitarbeit erfolgen auf Nachfrage der Schülerinnen und Schüler außerhalb der Unterrichtszeit, spätestens aber in Form von mündlichem Quartalsfeedback o der Eltern-/Schülersprechtagen. Auch hier erfolgt eine individuelle Beratung im Hinblick auf Stärken und Verbesserungsperspektiven.

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

2.4. Lehr- und Lernmittel

Für den Biologieunterricht in der Sekundarstufe II sind seit 2023 neue Schulbücher eingeführt. (Biosphäre) Über die Einführung eines neuen Lehrwerks ist ggf. nach Vorliegen entsprechender Verlagsprodukte zu beraten und zu entscheiden. Bis zu diesem Zeitpunkt wird auf der Grundlage der zur Verfügung stehenden Lehrwerke die inhaltliche und die kompetenzorientierte Passung vorgenommen, die sich am Kernlehrplan SII ori entiert.

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten die im Unterricht behandelten Inhalte in häuslicher Arbeit nach.

Die Fachkolleginnen und Kollegen werden zudem ermutigt, die Materialangebote des Ministeriums für Schule und Weiterbildung regelmäßig zu sichten und ggf. in den eigenen Unterricht oder die Arbeit der Fachkonferenz einzubeziehen. Die folgenden Seiten sind dabei hilfreich:

Der Lehrplannavigator: http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/lehrplaene/lehrplan navigator-s-ii/

Die Materialdatenbank: http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/materialdatenbank/ Die Materialangebote von SINUS-NRW: http://www.standardsicherung.nrw.de/sinus/

3. Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen

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

Fortbildungskonzept

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

Projektwoche in der EF: entfällt

Vorbereitung auf die Erstellung der Facharbeit

Um eine einheitliche Grundlage für die Erstellung und Bewertung der Facharbeiten in der Jahrgangsstufe Q1 zu gewährleisten, findet im Vorfeld des Bearbeitungszeitraums ein fachübergreifender Thementag statt.

Exkursionen

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

Q1.1 -Q2.1 Besuch eines Schülerlabors oder Ähnliches

Hierzu gibt es einen Ordner in der NextCloud

4. Qualitätssicherung und Evaluation

Evaluation des schulinternen Curriculums

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

Der Prüfmodus erfolgt jährlich. Zu Schuljahresbeginn werden die Erfahrungen des vergangenen Schuljahres in der Fachschaft gesammelt, bewertet und eventuell notwendige Konsequenzen und Handlungsschwer punkte formuliert.