



**SCHULINTERNES CURRICULUM
DER OBERSTUFE
(EINFÜHRUNGS- UND QUALIFIKATIONSPHASE)**

**NACH DEM KERNLEHRPLAN
FÜR DIE SEKUNDARSTUFE II
GYMNASIUM
IN NRW (2022)**

**BIOLOGIE
(FASSUNG VOM 11.10.2024)**

- IN KOOPERATIVER ZUSAMMENARBEIT MIT DER FACHSCHAFT BIOLOGIE -

Inhalt

1	Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit.....	3
2	Fachliche Bezüge zum Leitbild der Schule	5
3	Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit	10
4	Grundsätze der Lernerfolgsüberprüfungen	11
5	Lehr- und Lernmittel	18
7	Qualitätssicherung und Evaluation	20
8	Entscheidungen zum Unterricht	21
9	Literaturverzeichnis (Kapitel 1 – 8).....	22
10	Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase.....	23
11	Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Grundkurs).....	49
12	Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Leistungskurs)	95

1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

Das Rhein-Gymnasium ist mit etwa 700 Schülerinnen und Schülern und 60 Lehrpersonen im rechtsrheinischen Köln ansässig. Als gebundene Ganztagschule zeichnet es sich nicht nur durch seine Lage direkt am Mülheimer Hafen aus, sondern vor allem durch die Möglichkeit, Schülerinnen und Schülern (SuS) einen motivierenden Lern- und Lebensraum und eine adäquate Förderung bieten zu können, die sie auf die Zukunft kompetent und ressourcenorientiert vorbereitet, um somit das Lernen zu einem sinnstiftenden Prozess werden zu lassen.

In der Einführungsstufe sowie im Grundkurs der Qualifikationsphase erhalten die SuS drei Unterrichtsstunden im Fach Biologie pro Woche, darunter eine 45 min Einzelstunde und eine 90-Minuten-Einheit. Der Leistungskurs erfolgt wöchentlich in fünf Unterrichtsstunden, von denen meist zwei auf eine Doppelstunde mit je 90 min und eine auf eine Einzelstunde fallen.

Zu Beginn der Sekundarstufe II werden wesentliche fachliche Grundlagen für die Qualifikationsphase gelegt, wie beispielsweise der Feinbau und die Funktionsweise von Zellen, der chemische Aufbau der Hauptnährstoffklassen und die damit zusammenhängende Funktion von Biomembranen, Grundlagen und Vertiefung der Genetik sowie die Grundlagen des Stoffwechsels und der Enzymatik. Darüber hinaus spielen auch Fachmethoden wie das Experimentieren, Planen sowie Auswerten von Experimenten nach dem Prinzip der Variablenkontrolle, das Erforschen von Zellen mit dem Lichtmikroskop, das Anfertigen von biologischen Zeichnungen sowie das Interpretieren von Stammbäumen eine wesentliche Rolle. Insofern hat die Einführungsstufe für das Fach Biologie in zweierlei Hinsicht eine Schlüsselfunktion, da konzeptuelles und prozedurales Wissen als Basis für die Qualifikationsphase vertieft beziehungsweise gelegt sowie Interessen für unterschiedliche Berufsfelder in der Medizin, Forschung und Biotechnologie aber auch Lebensmittelindustrie bereits geweckt werden.

Im Fokus der Qualifikationsphase steht vor allem die Vermittlung und das Erlernen von hochkomplexem Fachwissen als Basis für multiperspektivisches und systemisches Denken sowie ethisches Bewerten in unterschiedlichen lebensnahen Kontexten, denn *„biologische Erkenntnisse sind für die Erhaltung allen Lebens sowie entsprechender Lebensgrundlagen von hoher Relevanz. Beispiele sind Prinzipien einer gesunden Ernährung, Entwicklung medizinischer Produkte, Maßnahmen zum Natur- und Umweltschutz sowie der Erhalt von Biodiversität“* (Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen (1. Auflage 2022): Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium / Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen Biologie. Düsseldorf, S. 9).

Das fachliche Verständnis von neuen Forschungsinhalten sowie eine zukünftige Teilnahme an gesellschaftlichen und politischen Debatten und Entscheidungen erfordert nicht nur biologisches Fachwissen, sondern auch „in hohem Maße Kommunikations- und Handlungsfähigkeit“ der SuS (vgl.: Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen (1. Auflage 2022): Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium / Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen Biologie. Düsseldorf, S. 9 ff). Aufgrund dessen vermittelt *„der Biologieunterricht in der gymnasialen Oberstufe am Rhein-Gymnasium fachliche und fachmethodische Inhalte unter Berücksichtigung von Methoden und Formen selbstständigen und kooperativen Arbeitens“* und fördert somit im besonderen Maße die Reflektionsfähigkeit von SuS (vgl.: Ministerium für Schule und Bildung des Landes

Nordrhein-Westfalen (1. Auflage 2022): Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium / Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen Biologie. Düsseldorf, S. 11).

Für die Qualifikationsphase ergibt sich nach dem schulinternen Beschluss der Fachkonferenz Biologie folgende Reihenfolge der Unterrichtsvorhaben (siehe Kapitel 9):

1. N1 Neurobiologie: Informationsübertragungen durch Nervenzellen
2. S1 Stoffwechselphysiologie: Energieumwandlung in lebenden Systemen
3. S2 Stoffwechselphysiologie: Glucosestoffwechsel – Energie-bereitstellung aus Nährstoffen
4. S3 Stoffwechselphysiologie: Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie
5. Ö1 Ökologie: Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen
6. Ö2 Ökologie: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften
7. Ö3 Ökologie: Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen
8. G1 Genetik: DNA – Speicherung und Expression genetischer Information
9. G2 Genetik: Humangenetik und Gentherapie
10. E1 Evolution: Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie
11. E2 Evolution: Stammbäume und Verwandtschaft.

Auf Fachkonferenzebene sind alle Unterrichtenden im Fach Biologie durch eine gemeinsame digitale Plattform (OneNote) vernetzt, auf welcher selbst erstellte Materialien, Methodencheck-Arbeitsblätter, wie beispielsweise der kriteriengeleitete Bewertungsbogen für das Präsentieren und Erstellen einer Powerpoint in der Oberstufe, sowie bewährte Unterrichtsvorhaben gesammelt und weiterentwickelt werden.

Für das Fach Biologie gibt es zwei Fachräume (D103 und D106) und eine Sammlung/ Labor, mit Arbeitsmitteln und Ausstattungen wie Mikroskopen, Binokularen, Gasanschlüssen, Experimentierausstattungen wie beispielsweise Reagenzgläser, Thermometer etc., Enzyme, Chemikalien, DNA-Modelle, diverse 3D-Strukturmodelle von Zellbestandteilen, Beamer sowie die Möglichkeit zur Nutzung von iPads als Klassensatz in unmittelbarer Nähe (C100-Trakt). Außerdem stehen mehrere Computerräume zur Verfügung. Damit sind grundlegende Voraussetzungen gegeben, dass der Biologieunterricht in der Sekundarstufe II innerhalb des schulischen Gesamtkonzeptes dazu beiträgt, die Ansprüche des Medienkompetenzrahmens NRW zu erfüllen.

2 Fachliche Bezüge zum Leitbild der Schule

Im Fokus des Leitbildes unserer Schule steht das selbstregulierende und selbsttätige Lernen (**SRL-Konzept**), welches vor allem durch eine weltoffene Lernumgebung, selbstgesteuerte, forschende und digital unterstützte Lernprozesse, problem- und schülerorientierten Unterricht sowie individuelle Förderungen umgesetzt werden soll. Um die Selbstständigkeit bei der Bewältigung authentischer Problemlagen, wie sie in der heutigen Zeit vermehrt im beruflichen und gesellschaftlichen Kontext vorzufinden sind, zu stärken, bilden die folgenden vier Kernkompetenzen das Grundgerüst zur Förderung des kooperativen Lernens an unserer Schule: Kommunikationsfähigkeit, Kreativität, Kollaboration und kritisches Denken.

Des Weiteren bilden die im Schulprogramm formulierten Leitziele die Basis zum Erreichen der in unserem Leitbild identifizierten Vision. Sie sind in vier Leitzielbereiche gegliedert.



Abb. 1: Leitzielbereiche des Schulprogramms (vgl. Schulprogramm Rhein-Gymnasium, 2023: S. 3 – 4)

Dieses Kapitel gibt Einblicke in die fachdidaktische Umsetzung des schulischen Leitbildes sowie der fachdidaktischen Grundsätze (Kapitel 2) anhand von ausgewählten Beispielen innerhalb der Oberstufe.

Die Förderung der durch das Leitbild angestrebten Fähig- und Fertigkeiten erfolgt im Biologieunterricht in der Einführungsstufe (EF) und Qualifikationsphase (QI/ QII) vor allem durch das „**Prinzip des Forschenden Lernens**“, da sich die Lernenden „zugleich Lerninhalte und Erkenntnismethoden“ kooperativ „aneignen“ (vgl.: Mayer& Ziemek 2006: S. 7).

Beispielsweise erforschen die Schüler und Schülerinnen (SuS) im ersten Unterrichtsvorhaben der EF den Aufbau und die Funktion von Zellen mit dem Lichtmikroskop und vertiefen zugleich den Umgang mit diesem. Das praktische und kooperative Arbeiten erhöht die Motivation der SuS, sich mit dem Lerninhalt auseinanderzusetzen. Darüber hinaus wird der **Naturwissen-schaftliche Erkenntnisweg und damit naturwissenschaftliches Denken** durch das Anwenden des **Vee-Diagramms** zu unterschiedlichen didaktischen Zwecken (Fokus auf die Planung eines Experiments, die Durchführung eines Experiments

und die Auswertung eines Experiments) im zweiten Unterrichtsvorhaben mit dem Schwerpunkt „Untersuchung osmotischer Vorgänge an Zellen“ gefördert.

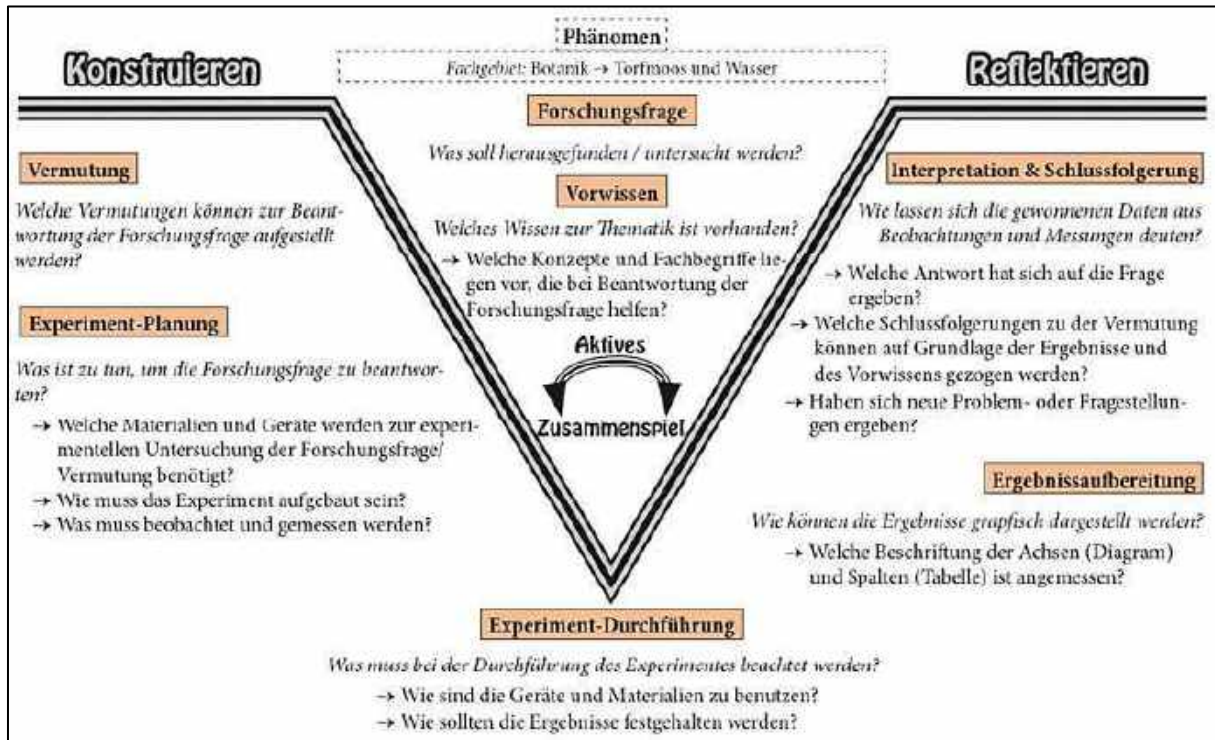


Abb. 2: Vee-Diagramm: Handlungsanleitung zur Erarbeitung der einzelnen Schritte bei der Planung, Durchführung und Auswertung eines Experiments (Meier & Mayer 2011)

Zunächst erforschen die SuS hypothesengeleitet Zwiebelzellen in unterschiedlichen Medien mithilfe eines **Lichtmikroskops** und interpretieren die Ergebnisse unter Zuhilfenahme von Modellen (E4, E5, E8, E11). Nachdem das Phänomen der Osmose (Plasmolyse/ Deplasmolyse) bekannt ist, planen die SuS in einem **kooperativen Lernarrangement** ein Experiment zur Diffusion und Osmose nach dem Prinzip der Variablenkontrolle selbst, führen es durch und erklären dieses mit Modellvorstellungen auf Teilchenebene (E1 – E 7, E9, E10, 11, E14).

Der didaktische Schwerpunkt der Unterrichtseinheit liegt auf dem **Planen eines Experiments nach dem wissenschaftlichen Prinzip der Variablenkontrolle** zum Nachweis der Osmose sowie der Vertiefung des Kontexts „Osmose“ anhand von geschnittenen Kartoffelscheiben, also dem Anwenden des „methodisch-praktischen Wissens (prozedurales Wissen)“ zum Experimentieren an einem bereits bekannten „fachlichen Kontext (konzeptuelles, deklaratives Wissen)“ (Mayer 2007: S. 179). Thematisch baut dieses Vorhaben auf dem Vorwissen der vorangegangenen Stunden auf und steht ebenso in direkter Verbindung zur Folgestunde, in welcher die Ergebnisdarstellung und Auswertung anhand des bereits durchgeführten Experiments erfolgt. Das Vee-Diagramm dient zugleich auch zur **Selbstkontrolle**, da die SuS während ihrer Arbeitsphase stets ihren **Lernfortschritt kritisch reflektieren**, mögliche Probleme dokumentieren sowie ihre Planung in Absprache mit der Lehrkraft inhaltlich und/ oder methodisch modifizieren. Somit werden sie im Sinne des schulischen **SRL-Konzepts** zu einem kritischen Überprüfen ihres Lernerfolgs auf der Metaebene angeregt, um sicherzustellen, dass sie alle Prinzipien der

Variablenkontrolle (prozedurales Wissen) bei ihrem Experiment richtig umgesetzt haben. Das Planen von Experimenten erfordert einen hohen Grad an Komplexität. Der Einsatz des Vee-Diagramms unterstützt dabei gezielt „Entscheidungs- und Verstehensprozesse“, um Handlungen beim Planen zu verinnerlichen (vgl.: Novak & Gowin 1984: S. 56f.).

Der **Lebensweltbezug** erfolgt durch die **exemplarische Auswahl** der zu untersuchenden Objekte (Zwiebeln und Kartoffeln), Pflanzenbestandteile, die die SuS aus ihrem alltäglichen Leben kennen. In dem geplanten Vorhaben werden bei Bedarf durch inhaltliche und methodische Tippkärtchen, gestaffelte Tippkärtchen, teils vorgegebene Materialien für das Experiment und leistungsheterogene Gruppeneinteilungen leistungsschwächere SuS unterstützt und gefördert. Leistungsstärkere SuS nehmen in den Gruppen eine wichtige unterstützende soziale Funktion ein und fördern zugleich durch das Erklären von Inhalten den Anforderungsbereich I und II. Durch diese **inneren Binnendifferenzierungsmaßnahmen** erfüllen wir unseren Auftrag der individuellen Förderung im Fach Biologie.

Zur Lösung **komplexer, inhaltlicher Aufgaben** im **Anforderungsbereich drei** bieten sich **problem- und schülerorientierte Einstiege** an, die bereits zu Beginn das Interesse der SuS wecken, wie beispielsweise die anschließende Lernaufgabe „Wasservergiftung beim Ironman“. Auf Basis des fachlichen Vorwissens werden zu dem sehr kontroversen Phänomen der „Wasservergiftung“ Hypothesen formuliert und in kooperativer Zusammenarbeit auf der Grundlage von bestehenden fachlichen Kontexten (Osmose) und anhand schematischer Zeichnungen sowie einem Fachtext die Hypothesen verifiziert oder falsifiziert. Die dazugehörigen Aufgaben dienen als **schriftliche Übung für die Klausur**.

Darüber hinaus bieten auch das Unterrichtsvorhaben vier mit dem Themenbereich „Enzymatik“ sowie das Unterrichtsvorhaben „Stoffwechselphysiologie“ in der Q-Phase mit dem Kontext „Fotosynthese“ vielseitige Möglichkeiten für die Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten.

Um der **Werte Vermittlung** gerecht zu werden, bietet sich in der Einführungsstufe das Thema Stammzellenforschung an. Zu Beginn recherchieren die SuS die Möglichkeiten und Grenzen (rechtlich/medizinisch) der Stammzellenforschung und präsentieren ihre Ergebnisse in Kleingruppen. Dies fördert im besonderen Maße die **Teilkompetenzen 2.1 – 2.3 und 4.1 des Medienkompetenzrahmens NRW**. Die SuS beurteilen im Anschluss ein konkretes Fallbeispiel (Dilemma) aus der Stammzellenforschung und bewerten die Möglichkeiten und Grenzen für das Individuum und die Gesellschaft, indem Sie in einer arbeitsteiligen Gruppenarbeit auf der Grundlage von Sachtexten multiperspektivische Pro- und Contra-Argumente formulieren, in Partnerarbeit diesen Argumenten Werte zuordnen und in Einzelarbeit die Werte mit einer Argumentationswippe abwägen und die Folgen reflektieren. Der didaktische Schwerpunkt liegt auf dem Fällen eines persönlichen, **bioethischen Urteils** durch die Abwägung von Pro- und Contra-Argumenten sowie den dahinterstehenden Werten. Die Vorgehensweise der **bioethischen Beurteilung** anhand eines konkreten Fallbeispiels, stützt sich auf das zweite Modell der Angewandten Ethik. Hier sollen aus einer Situation heraus Entscheidungen aufgrund von Faktenwissen und Werten als moralisch richtig oder falsch bewertet werden (vgl.: Düwell 2008). Thematisch baut die Sequenz auf dem prozeduralen und konzeptionellen Vorwissen der vorangegangenen Stunden (Recherchearbeit) auf und steht ebenso in direkter Verbindung zur Folgestunde, in welcher die **schriftlichen Urteile kriteriengeleitet nach methodischen Qualitätsmerkmalen von**

den SuS untereinander bewertet werden. Mit Blick auf die Metaebene lässt sich die Sequenz dem Sechs-Schritt-Modell moralischer Urteilsfindung von Höhle zuordnen.

Das Sechs-Schritte Modell (angelehnt an Höhle/Alfs (2014))	
1.	Definieren des geschilderten Dilemmas
2.	Aufzählen möglicher Handlungsoptionen
3.	Sammeln von Pro- und Contra-Argumenten
4.	Erarbeitung der hinter den Argumenten stehenden ethischen Werte
5.	Gewichtung der Werte und Folgenreflexion
6.	Begründete Urteilsfällung und Diskussion andersartiger Urteile

Abb. 3: Eigendarstellung des Sechs-Schritte-Modells angelehnt an Höhle/Alfs (2014)

Die Bewertungskompetenz wird außerdem in der Qualifikationsphase im Kontext Gentherapie, genetische Beratung und Präimplantationsdiagnostik (LK) gefördert. In diesem Zusammenhang werden die Lehrkräfte der Qualifikationsphase dazu angeregt, die Möglichkeiten des **GENETICS-to-GO – Schülerlabors mit dem Programm „Das Experiment, der „Genetische Fingerabdruck“** zu nutzen, welches vier wissenschaftliche Methoden kombiniert:

- Isolation von DNA aus Mundschleimhautzellen
- Analyse eines nicht-kodierenden Genlocus mittels PCR
- Gelelektrophorese und Dokumentation sowie
- abschließende Auswertung.



*„Die beobachtete genetische Heterogenität erlaubt keine Aussagen über die Eigenschaften der Kursteilnehmer*innen, führt im Ergebnis aber meist zu einer anregenden Diskussion über ethische Konsequenzen. Als Take-home Message realisieren die Schüler*innen, dass genetische Daten ähnliche Dimensionen besitzen wie Big Data im Internet. Aufbauend auf diese Diskussion schließt sich ein Themenblock über verschiedene Berufs- und Studienmöglichkeiten in den Biowissenschaften an.“* (<https://zdi-zentrum-koeln.de/genetics-to-go/#1633696358691-adb061ab-0107>, letzter Zugriff 08.10.2024)

Im Fach Biologie kommt der **Förderung von Modellkompetenzen** eine besondere Funktion zu. In den Bildungsstandards und im Kernlehrplan ist das Anwenden von Modellen zur Veranschaulichung von Struktur und Funktion sowie das Analysieren von Wechselwirkungen mit Hilfe von Modellen im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung angesiedelt (vgl.: KMK 2005: S. 14). Didaktisch gesehen reicht es also nicht aus, ein Modell als „Unterrichtsmedium zum Erlernen biologischer Inhalte“ zu verwenden, da dies nur zum Erwerb der Fachkompetenzen beitragen würde (vgl.: Weitzel 2014: S. 2 – 9), wie beispielsweise die Erläuterung eines schematischen 2-D-Modells in der Neurobiologie, was zum Verständnis der sehr komplexen molekularen Vorgänge an einer Synapse beiträgt. Vielmehr sollen die SuS die Teildimensionen **Modellwissen** und **Modellarbeit** der Modellkompetenz erweitern, um eine Grundlage für ein übergeordnetes Modellverständnis zu legen, welches Metastrategiewissen impliziert (vgl.: Weitzel 2014: S. 2 – 9). Um diese Teildimensionen in der Oberstufe zu fördern, entwickeln die SuS beispielsweise in der EF ein 3-D-Biomembran-Modell selbst. Hierbei kann je nach Leistungsstand des Kurses zwischen

zwei Methoden zur Modellentwicklung entschieden werden: a) das Modell wird auf der Grundlage von chemischen Kenntnissen zu den Bestandteilen einer Membran und Kenntnissen zu ihrer Funktion mit Hilfinweisen hypothetisch selbst entwickelt, was einem extrem hohen Anforderungsgrad entspricht oder b) die SuS entwickeln das Modell nicht hypothetisch selbst, sondern greifen auf bereits bestehende Modellvorstellungen in Form eines Sachtextes zurück, was den hohen Grad an Komplexität mindert (vgl.: Weitzel 2014: S. 2 – 9). Dabei umfasst die Modellarbeit die Entwicklung sowie die Überprüfung des Modells. Das kooperative Entwickeln eines explizierten Legemodells zum Prozess der Proteinbiosynthese oder der DNA-Replikation auf der Grundlage von Sachtexten (mentales Modell) (vgl.: Köhler & Meisert 2020: S. 143), stellt ebenso eine Option dar, die Modellkompetenz zu fördern. Die Modellentwicklung ermöglicht so ein adäquates **Nature-of-Science-Verständnis** durch die Einbindung des Metakognitionswissens (vgl.: Weitzel 2014: S. 7 – 9, Meisert 2020: S. 137 f.).

Im Rahmen des Unterrichtsvorhabens „Ökologie“ Ö1 der Qualifikationsphase wird jedes Jahr mit Unterstützung durch Herrn Dr. Nicolai Mette (Experte in der Gewässerökologie) eine **Exkursion zum Fließgewässer „Strunde“ im Thielenbruch in Köln Dellbrück** organisiert. Im Fokus steht die Bestimmung von heimischen Arten (Zeigerpflanzen und -tieren), die Bestimmung des Saprobien-Indexes des Gewässers, eine biologische Gewässerstrukturgüteuntersuchung sowie eine vereinfachte Wasserqualitätsuntersuchung. Durch die Sponsorengelder des Fördervereins stehen der Fachschaft neue Exkursionskoffer zum Transport von Binokularen, Keschern, Federstahlpinzetten und anderen Materialien zur Verfügung (siehe Abb. 4).



Abb. 4: Exkursionskoffer Strunde



Abb.5: Exkursion der aktuellen Q2 an der Strunde

3 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 24 sind fachspezifisch angelegt.

3.1 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 schülernah 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.

1.2 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 lern- und handlungsorientiert, d.h. im Fokus steht das Erstellen von Lernprodukten durch die Lerner.
- 18) Der Biologieunterricht ist kumulativ, d.h. er knüpft an die Vorerfahrungen und das Vorwissen der Lernenden an und ermöglicht das Erlernen von neuen Kompetenzen.
- 19) Der Biologieunterricht fördert vernetzendes Denken und zeigt dazu eine über die verschiedenen Organisationsebenen bestehende Vernetzung von biologischen Konzepten und Prinzipien mithilfe von Basiskonzepten auf.
- 20) Der Biologieunterricht folgt dem Prinzip der Exemplarität und gibt den Lernenden die Gelegenheit, Strukturen und Gesetzmäßigkeiten möglichst anschaulich in den ausgewählten Problemen zu erkennen.

- 21) Der Biologieunterricht bietet nach Produkt-Erarbeitungsphasen immer auch Phasen der Metakognition, in denen zentrale Aspekte von zu erlernenden Kompetenzen reflektiert werden.
- 22) Der Biologieunterricht ist in seinen Anforderungen und im Hinblick auf die zu erreichenden Kompetenzen für die Lerner transparent.
- 23) Im Biologieunterricht werden Diagnoseinstrumente zur Feststellung des jeweiligen Kompetenzstandes der Schülerinnen und Schüler durch die Lehrkraft, aber auch durch den Lerner selbst eingesetzt.
- 24) Der Biologieunterricht bietet immer wieder auch Phasen der Übung.

4 Grundsätze der Lernerfolgsüberprüfungen

Auf der Grundlage von § 48 SchulG, § 13 APO-GOST sowie Kapitel 3 des Kernlehrplans Biologie hat die Fachkonferenz im Einklang mit dem entsprechenden schulbezogenen Konzept die nachfolgenden Grundsätze zur Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung beschlossen. Die nachfolgenden Absprachen stellen die Minimalanforderungen an das lerngruppenübergreifende gemeinsame Handeln der Fachgruppenmitglieder dar. Bezogen auf die einzelne Lerngruppe kommen ergänzend weitere der in den Folgeabschnitten genannten Instrumente der Leistungsüberprüfung zum Einsatz.

4.1 Beurteilungsbereich Sonstige Mitarbeit:

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 Hypothesen, bei Planung und Durchführung von Experimenten, beim Umgang mit Modellen, beim Mikroskopieren oder Arbeiten mit dem Binokular ...)
- 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, Feedback, ...)
- Reflexions- und Kritikfähigkeit
- Schlüssigkeit und Differenziertheit der Werturteile, auch bei Perspektivwechsel
- Fundiertheit und Eigenständigkeit der Entscheidungsfindung in Dilemmasituationen

4.2 Beurteilungsbereich Klausuren:

Tabelle 1: Klausurplan bzw. Klausurdauer für die Sek. II

	Einführungsphase		Qualifikationsphase I		Qualifikationsphase II	
	1. HJ.	2. HJ.	1. HJ.	2. HJ.	1. HJ.	2. HJ.

Anzahl	1	2	2	2	2	2
Dauer GK	90 min	90 min	90 min	90 min	135 min	255 min *
Dauer LK	-	-	180 min	180 min	225 min	300 min *

*inklusive 30 min Auswahlzeit

4.3 Klausurformat der Oberstufe

Fachkonferenzbeschluss vom 10.10.2024:

Aufgrund der Änderung der Abiturprüfungen ab dem Jahr 2025 passt die Fachschaft Biologie nach den Vorstellungen der Aufgabenformate in der letzten Implementationsveranstaltung das Klausurformat wie folgt an an:

Tabelle 2: Klausuren in der Einführungsstufe

Kriterium	EF 1	EF 2
Klausurdauer	90 min	90 min
Anzahl der Aufgaben	2	2
Zeit pro Aufgabe	45 min	45 min

Tabelle 3: Neues Klausurformat des Grundkurses Biologie

Kriterium	Q.1	Q1.2	Q2.1	Q2.2
Klausurdauer	90 min	90 min	135 min	255 min *
Anzahl der Aufgaben	2	2	2 + 1	3
Zeit pro Aufgabe	45 min	45 min	2x 75 min + 1x 30 min	75

*Inklusive 30 in Auswahlzeit

Tabelle 4: Neues Klausurformat des Leistungskurses Biologie

Kriterium	Q.1	Q1.2	Q2.1	Q2.2
Klausurdauer	180 min	180 min	225 min	255 min *
Anzahl der Aufgaben	2	2	2 + 1	3
Zeit pro Aufgabe	90 min	90 min	1 x 90 min + 1x 45 min	75 min

*Inklusive 30 min Auswahlzeit

Besonderheiten:

1. Die Teilaufgaben enthalten maximal 1 – 2 Operatoren.
2. Die Anzahl der Teilaufgaben kann je nach Zeitumfang und Thema variieren.
3. Die Aufgaben enthalten 30 % Anteil am AFB1, 50 % Anteil am AFB2 und 20 % Anteil an AFB3
4. Das Material soll schnell erfassbar sein.
5. Punkte für weitere aufgabenbezogene Kriterien fallen weg.
6. Punkte für die Darstellungsleistung fallen weg.
7. Bewertungseinheiten statt Punkte.

Das Klausurformat kann nach einer Testphase in Absprache mit den Schüler:innen und der Fachkonferenz verändert werden.

4.4 Punkteraster für die Benotung von Klausuren in der Oberstufe

Tabelle 5: Punkteraster Sek II

Anteil in %	Note	Punkte
100 – 95	1+	15
94 – 90	1	14
89 – 85	1-	13
84 – 80	2+	12
79 – 75	2	11
74 – 70	2-	10
69 – 65	3+	9
64 – 60	3	8
59 – 55	3-	7
54 – 50	4+	6
49 – 45	4	5
44 – 40	4-	4
39 – 33	5+	3
32 – 27	5	2
26 – 20	5-	1
< 20	6	0

4.5 Zusammensetzung der Gesamtnote:

Die Gesamtnote setzt sich zu gleichen Teilen aus den Ergebnissen der schriftlichen Leistung (50%) wie aus der sonstigen Mitarbeit (50%) zusammen, wobei pädagogischer Spielraum erhalten bleiben muss, z.B. für die Berücksichtigung einer Lern- und Leistungsprogression.

Tabelle 6: Zusammensetzung der Gesamtnote in der Einführungsphase

	1. Halbjahr erstes Quartal	1. Halbjahr zweites Quartal	2. Halbjahr erstes Quartal	2. Halbjahr zweites Quartal
Klausuranteil an der Gesamtnote des 1. Halbjahrs (%)	50 %		25%	25%
Anteil der Sonstigen Mitarbeit an der Gesamtnote des 1. Halbjahrs (%)	Quartalsnote 1 25 %	Quartalsnote 2 25 %	Quartalsnote 1 25%	Quartalsnote 2 25%

Gesamtnote	50 % Klausur + 50 % Somi-Leistung	50 % Klausur + 50 % Somi-Leistung
-------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

4.6 Regelungen zur Facharbeit:

In der Jahrgangsstufe Q1 kann die zweite Klausur durch die Anfertigung einer Facharbeit ersetzt werden. Die Beurteilungskriterien für Facharbeiten regelt ein für alle Fächer verbindliches schulinternes Bewertungsraster, das formale Aspekte, methodisches Vorgehen und die inhaltliche Qualität der Arbeit berücksichtigt. Die Schülerinnen und Schüler treten an den Lehrer mit einem Themenvorschlag heran. Bevorzugt sollten die Schülerinnen und Schüler praktische Experimente konzipieren, durchführen und auswerten. Möglich sind aber auch die Dokumentation von Naturbeobachtungen, Durchführung und Auswertung von Umfragen, Bau und Evaluation von biologischen Modellen oder ähnliche praktische Aspekte sowie eine Literaturbearbeitung.

4.7 Grundsätze der Leistungsrückmeldung und Beratung:

Die Leistungsrückmeldung erfolgt in mündlicher oder schriftlicher Form.

- **Intervalle:** Feedback am Ende eines Unterrichtsvorhabens
- **Formen:** differenzierter Erwartungshorizont (Klausuren), Schülergespräch, (Selbst-)Evaluationsbögen, individuelle Beratung, Elternsprechtag

Für Präsentationen, Arbeitsprotokolle, Dokumentationen und andere Lernprodukte der sonstigen Mitarbeit erfolgt eine Leistungsrückmeldung, bei der inhalts- und darstellungsbezogene Kriterien angesprochen werden. Diese müssen den Schüler:innen früh genug transparent in schriftlicher Form ausgehändigt werden. Ein kriteriengeleiteter Beurteilungsbogen für die Oberstufe, bereitgestellt durch die Fachschaft Erdkunde als Leitfach für das Teillernziel 4.1 „Präsentieren“ des Medienkompetenzrahmens, dient als Beurteilungsgrundlage, ([siehe OneNote Fachschaftsordner](#)). Bei einer Leistungsrückmeldung sollten zentrale Stärken und Optimierungsperspektiven für jede Schülerin bzw. jeden Schüler hervorgehoben werden, um eine positive Fehlerkultur zu etablieren.

Am Pädagogischen Tag im November 2024 arbeitet die Fachschaft Biologie zusammen an kompetenzorientierten (Selbst-)Evaluationsbögen zu jedem Unterrichtsvorhaben, die auch die SRL-Kompetenzen, vor allem jedoch konkretisierte Kompetenzen berücksichtigen und für alle im digitalen OneNote zur Verfügung gestellt werden.

Die Leistungsrückmeldungen bezogen auf die mündliche Mitarbeit erfolgen auf Nachfrage der Schülerinnen und Schüler außerhalb der Unterrichtszeit, spätestens aber in Form von mündlichem Feedback zum vergangenen Unterrichtsvorhaben oder Eltern-/Schülersprechtagen. Auch hier erfolgt eine individuelle Beratung im Hinblick auf Stärken und Verbesserungsperspektiven. Im Falle einer Minderleistung sollte bereits vor dem Quartalsfeedback ein Hinweis auf die aktuelle Leistung erfolgen.

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

Leistungsbewertung im Fach Biologie	Häufigkeit der Mitarbeit	Qualität der Mitarbeit	Beherrschen der Fachmethode und Fachsprache	Zusammenarbeit im Team	Präsentation von Protokollen, Referaten, u. a.	Arbeitshaltung, Zuverlässigkeit, Sorgfalt, u. a.
sehr gut (15 – 13 Punkte) Die Leistung entspricht den Anforderungen in besonderem Maße.	Ich arbeite in jeder Stunde immer mit.	Ich kann Gelerntes sicher wiedergeben und anwenden. Oft finde ich auch neue Lösungswege.	Ich kann die gelernten Methoden sicher anwenden. Die Fachsprache beherrsche ich umfangreich.	Ich höre immer genau zu, gehe sachlich auf andere ein, ergreife bei der Arbeit die Initiative.	Ich bin sehr häufig und freiwillig bereit, Referate, Protokolle in den Unterricht einzubringen, Arbeitsergebnisse vorzustellen.	Ich habe immer alle Arbeitsmaterialien dabei, mache immer die Hausaufgaben, beginne stets pünktlich mit der Arbeit.
gut (12 – 10 Punkte) Die Leistung entspricht voll den Anforderungen.	Ich arbeite in jeder Stunde mehrfach mit.	Ich kann Gelerntes sicher wiedergeben und anwenden. Manchmal finde ich auch neue Lösungswege.	Ich kann die gelernten Methoden meist sicher anwenden. Die Fachsprache beherrsche ich.	Ich höre meist genau zu, gehe sachlich auf andere ein, kann mit anderen erfolgreich an einer Sache arbeiten.	Ich bin häufig und auch freiwillig bereit, Referate, Protokolle in den Unterricht einzubringen, Arbeitsergebnisse vorzustellen.	Ich habe fast immer alle Arbeitsmaterialien dabei, mache fast immer die Hausaufgaben, beginne fast immer pünktlich mit der Arbeit.
befriedigend (9 – 7 Punkte) Die Leistung entspricht im Allgemeinen den Anforderungen.	Ich arbeite häufig mit.	Ich kann Gelerntes wiedergeben und meist anwenden. Gelegentlich finde ich auch neue Lösungswege.	Ich kann die gelernten Methoden vom Prinzip her anwenden. Die Fachsprache beherrsche ich im Wesentlichen.	Ich höre oft genau zu, gehe sachlich auf andere ein, kann mit anderen erfolgreich an einer Sache arbeiten.	Ich bin manchmal oder nach Aufforderung bereit, Referate, Protokolle in den Unterricht einzubringen, Arbeitsergebnisse vorzustellen.	Ich habe meistens alle Arbeitsmaterialien dabei, mache meistens die Hausaufgaben, beginne meist pünktlich mit der Arbeit.
ausreichend (6 – 4 Punkte) Die Leistung zeigt Mängel, entspricht im Ganzen jedoch den Anforderungen.	Ich arbeite nur selten freiwillig mit. Zusatz Sek. I: Ich muss meistens aufgefordert werden	Ich kann Gelerntes grob wiedergeben, aber nicht immer an anderen Beispielen anwenden.	Ich kann die gelernten Methoden nicht immer anwenden. Die Fachsprache beherrsche ich nur eingeschränkt.	Ich höre nicht immer genau zu, gehe nicht immer sachlich auf andere ein. Mit anderen arbeite ich wenig erfolgreich zusammen	Ich bin selten bereit, Referate, Protokolle in den Unterricht einzubringen, Arbeitsergebnisse vorzustellen.	Ich habe die Arbeitsmaterialien nicht immer vollständig dabei, mache nicht immer die Hausaufgaben, beginne oft nicht pünktlich mit der Arbeit.
mangelhaft (3 – 1 Punkte) Die Leistung entspricht nicht den Anforderungen. Grundkenntnisse sind vorhanden, Mängel können in absehbarer Zeit behoben werden	Ich arbeite ganz selten freiwillig mit. Zusatz Sek. I: Ich muss fast immer aufgefordert werden.	Ich kann Gelerntes nur mit Lücken wiedergeben. Auf andere Beispiele kann ich Gelerntes fast nie anwenden.	Ich kann die gelernten Methoden kaum anwenden. Die Fachsprache beherrsche ich nicht.	Ich höre kaum zu, gehe nur selten sachlich auf andere ein. Mit anderen arbeite ich sehr ungerne und kaum erfolgreich zusammen	Ich bringe Referate, Protokolle, Arbeitsergebnisse fast überhaupt nicht in den Unterricht ein.	Ich habe die Arbeitsmaterialien häufig nicht vollständig dabei, mache nur selten die Hausaufgaben, beginne meist nicht pünktlich mit der Arbeit.
ungenügend (0 Punkte) Die Leistung entspricht nicht den Anforderungen. Grundkenntnisse sind so lückenhaft, dass die Mängel in absehbarer Zeit nicht	Ich arbeite nie mit.	Ich kann Gelerntes nicht wiedergeben. Auf andere Beispiele kann ich Gelerntes nie anwenden.	Ich beherrsche weder geographische Methoden noch die Fachsprache.	Ich folge dem Unterricht nicht und trete auch nicht mit meinen Mitschülern in Interaktion.	Ich bringe Referate, Protokolle, Arbeitsergebnisse nie freiwillig und auch nach Aufforderung nicht in den Unterricht	Ich habe so gut wie nie Arbeitsmaterialien dabei, fertige nahezu nie Hausaufgaben an und verweigere die Mitarbeit in Arbeitsphasen.

4.8 Orientierungsraster zur Leistungsbewertung:

Tabelle  Orientierungsraster zur Leistungsbewertung

behoben werden können.					ein.	
------------------------	--	--	--	--	------	--

5 Lehr- und Lernmittel

Für den Biologieunterricht in der Sekundarstufe II wurde im Schuljahr 2024/2025 ein neues Lehrwerk eingeführt. Die Einführungsstufe (EF) arbeitet mit dem Band: Biologie heute SII Nordrhein-Westfalen. Einführungsphase (2022). In der Qualifikationsphase nutzen die Schüler:innen dann den Gesamtband, um auf die Inhalte der EF zurückgreifen zu können. Darüber hinaus werden auf der Grundlage der zur Verfügung stehenden Alternativ-Lehrwerke, die sich in der Biologie-Sammlung befinden, vereinzelt Zusatzmaterialien (siehe Materialien in Kapitel 8), die sich am Kernlehrplan SII sowie am Schulcurriculum orientieren, eingesetzt. Die Schülerinnen und Schüler arbeiten die im Unterricht behandelten Inhalte in häuslicher Arbeit nach. Die Fachkolleginnen und Kollegen werden zudem ermutigt, einen Teams-Kanal für den Kurs zu erstellen, auf welchem die Inhalte (Arbeits- und Methodenblätter, ggf. Präsentationen, oder auch Gruppenergebnisse) hochgeladen werden können als auch die Materialangebote des Ministeriums für Schule und Weiterbildung regelmäßig zu sichten und ggf. in den eigenen Unterricht oder die Arbeit der Fachkonferenz einzubeziehen. Die dafür vorgesehenen [Internetseiten](#) werden ebenso in Kapitel 8 berücksichtigt.

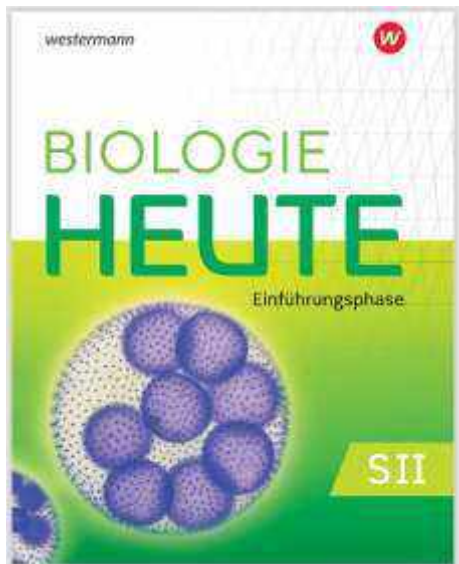


Abb. 6: aktuelles Lehrwerk der EF

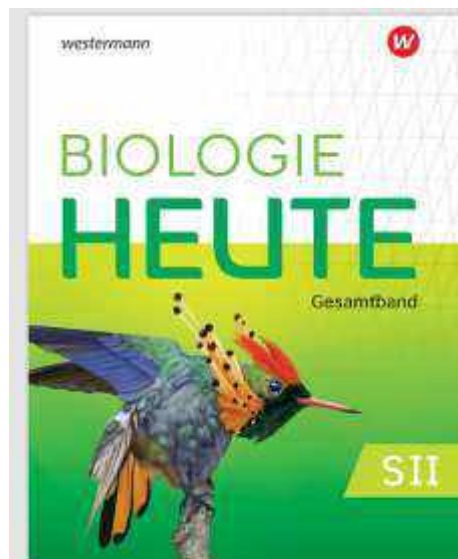


Abb. 7: aktuelles Lehrwerk der QF

6 Fach- oder unterrichtsübergreifende Fragen

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

6.1 Zusammenarbeit mit anderen Fächern:

Der schulinterne Lehrplan des Faches Biologie ist mit dem des Faches Chemie und Erdkunde größtenteils abgestimmt. Unterrichtsvorhaben mit inhaltlichen Überschneidungen werden z.T. parallel durchgeführt. Beispiele für unterrichtliche Vorhaben sind: chemische Bindungen als Grundlagen für das Verständnis des chemischen Aufbaus der Hauptnährstoffklassen, der Funktion von Biomembranen und der Funktion von Enzymen (Chemie/Biologie), als auch der ökologische Fußabdruck im Kontext Klimawandel (Erdkunde/Biologie).

6.2 Einbindung in den Ganzttag:

Das Rhein-Gymnasium fühlt sich verpflichtet im Rahmen der Bildung für nachhaltige Entwicklung einen entscheidenden Bildungsbeitrag zu liefern. Deshalb finden Inhalte, die den Wertemaßstab der Nachhaltigkeit thematisieren, besondere Akzentuierung innerhalb der Fachschaften Biologie und Erdkunde. Aufgrund dessen wird gegenwärtig ein Konzept für einen Schulgarten in Zusammenarbeit mit der Fachschaft Erdkunde erarbeitet, um dieses der Schulleitung und der Bezirksregierung zur Genehmigung vorzulegen.

6.3 Vision Schulgarten:

Die Planung sieht vor, einen Schulgarten mit einem Gemüsebeet, je nach Kostenaufwand und möglichen Spendenaufkommen mit einem Gewächshaus, einen eigenen Kompost, einer sonnenexponierten Trockenmauer mit passenden xeromorphen Pflanzen, einer artenreichen Blumenwiese zur Anlockung von Bestäubern sowie mit einem kleinen grobumzäunten Tümpel auf dem Schulgelände zu verwirklichen.

Neben der Möglichkeit zur Patenschaft für jüngere AG-Mitglieder und damit einer verantwortungsvollen sozialen Aufgabe, ist ebenso die gemeinsame Planung des Schulgartens, die Übernahme von Aufgaben wie beispielsweise der Bewässerung und Pflege von Pflanzen, sowie das Anlegen eines schulinternen Tümpels innerhalb des Gartengeländes und die damit zusammenhängende Überwachung der Pionierflora und -fauna in den ersten Jahren nach dem Bau für Oberstufenschüler:innen denkbar.

Eine fachliche Betreuung ist in besonderem Maße gewährleistet, da sowohl Herr Dr. Nicolai Mette mit seiner Doktorarbeit (Freilandstudie) zum Thema *„Biodiversität in kontaminierten Flußsedimenten: Ökologische Untersuchungen an der Meio- und Makrofauna von Neckar und Elbe“* als auch Frau Lena-Maria Tempelhagen mit ihrer Freilandstudie *„Die Neubesiedlung von Tümpeln im Hunsrück-Kreis Region: Raum Boppard“* im Rahmen der Masterarbeit (Master of education) ihre akademischen Grade im Bereich der Gewässerökologie erwarben.

Ein Schulgarten ist in vielerlei Hinsicht eine Bereicherung für das Rhein-Gymnasium. Gerade im städtischen Raum mangelt es Kindern und Jugendlichen an Erfahrungen in der Natur, weshalb eine gesunde Beziehung zu Lebewesen vor allem aber auch die heimische Artenkenntnis, das Wissen zum Anbau von Pflanzen und der Artenschutz über den Unterricht hinaus gefördert werden sollten. Des Weiteren bietet ein Schulgarten, prädestiniert für die Fächer Biologie und Erdkunde, die Möglichkeit für den Unterricht außerhalb des Klassenzimmers. Dies fördert die Motivation und Lernbereitschaft der Kinder und Jugendlichen und lässt sich durch die Themen im Lehrplan Biologie legitimieren. In der Qualifikationsphase wären folgende Kontexte zur Einbindung in den Unterricht denkbar:

- Angepasstheiten von Pflanzen an bestimmte Standorte (sonnenexponierte Trockenmauer mit Xerophyten)
- Anbaumethoden in der Landwirtschaft (Gewächshausanbau, Treibhauseffekt, biologischer Anbau mit eigenem Kompost, Düngung, Fotosyntheseleistung (fächerübergreifend mit der Fachschaft Erdkunde)
- Bodenkunde, Destruenten, Erforschung der biologischen Aktivität, Bodenanalysen (fächerübergreifend mit der Fachschaft Erdkunde)

- Ökologie (Ökosystem Tümpel)
- Artenkenntnisse (bereits nach 1-2 Jahren kommt es zur Neubesiedlung des gebauten Tümpels mit Pionierlebewesen)
- Artenschutz

In der Oberstufe ist die thematische Einbindung im Unterrichtsvorhaben 1 Zellbiologie (EF) sowie im Unterrichtsvorhaben Ö1 Ökologie (QF) möglich, indem beispielweise Querschnitte von Zellen unterschiedlicher Pflanzenblätter, oder auch Zellen von anderen Pflanzenorganen mikroskopisch miteinander verglichen werden können, die aus dem eigenen Schulgarten stammen. Beispielsweise könnte man die Spezialisierung von Zellen anhand von Xerophyten, wie den Zellen des Oleanderblattes, mit der Spezialisierung von Zellen der Hygrophyten, wie den Zellen des Blattes einer Wasserpflanze miteinander mikroskopisch vergleichen, um Erkenntnisse zu den Anpassungen an das jeweilige Habitat zu erlangen. Denkbar wäre auch die Kompostuntersuchung, um die Biodiversität von Destruenten zu erforschen. Über den Nutzen für die gymnasiale Oberstufe hinaus, profitieren die Wahlpflichtfächer Nawi und Biochemie ebenso von einer Schulgarten-AG..

Die Fachschaft Biologie bemüht sich um die Aktualisierung dieses Kapitels, sobald die Pläne konkreter werden und eine Genehmigung vorliegt.

6.4 Fortbildungskonzept

Im Fach Biologie unterrichtende Kolleginnen und Kollegen nehmen regelmäßig an Fortbildungsveranstaltungen teil. Die dort bereitgestellten Materialien werden in den Fachkonferenzen bzw. auf Fachtagen vorgestellt und hinsichtlich der Integration in bestehende Konzepte geprüft. Ab dem Schuljahr 2024/2025 wird eine Datei im OneNote-Ordner der Fachschaft Biologie geführt, in welcher die absolvierten Fortbildungsveranstaltungen nach Themen und Ansprechpartnern sowie dem Datum der Veranstaltung digital festgehalten werden, um Rückfragen direkt an die Expert:innen richten zu können.

7 Qualitätssicherung und Evaluation

Maßnahmen der fachlichen Qualitätssicherung

Das Fachkollegium Biologie überprüft kontinuierlich, inwieweit die im schulinternen Lehrplan vereinbarten Maßnahmen zum Erreichen der im Kernlehrplan vorgegebenen Ziele geeignet sind. Dazu dienen beispielsweise auch der regelmäßige Austausch sowie die gemeinsame Konzeption von Unterrichtsmaterialien, welche hierdurch mehrfach erprobt und bezüglich ihrer Wirksamkeit beurteilt werden. Alle Fachkolleginnen und -kollegen nehmen regelmäßig an Fortbildungen teil, um fachliches Wissen zu aktualisieren und pädagogische sowie didaktische Handlungsalternativen zu entwickeln. Zudem werden die Erkenntnisse und Materialien aus fachdidaktischen Fortbildungen und Implementationen zeitnah in der Fachgruppe vorgestellt und für alle verfügbar gemacht. Feedback von Schülerinnen und Schülern wird als wichtige Informationsquelle zur Qualitätsentwicklung des Unterrichts angesehen. Sie erhalten deshalb die Gelegenheit, die Qualität des Unterrichts zu evaluieren. Anhand zur Verfügung stehenden iPads werden digitale Unterrichtsevaluationen durchgeführt. Die Ergebnisse dienen als Reflexionsanlass für eine gemeinsame Unterrichtsentwicklung zwischen Lehrpersonen und Lernenden. Einmal pro Jahr findet im Kollegium eine kollegiale Hospitation statt, die der Qualitätssicherung der unterrichtlichen

Arbeit dient, indem die daraus gewonnenen Erkenntnisse in den Fachkonferenzen thematisiert und daraus Maßnahmen abgeleitet werden. Am Pädagogischen Tag (November 2024) arbeitet die Fachschaft Biologie kompetenzorientierte Evaluationsbögen zu jedem Unterrichtsvorhaben der Oberstufe als Maßnahme zur Verbesserung der individuellen Förderung von SuS aus. Des Weiteren sollen Kolleg:innen aus der Fachschaft Biologie geeignete Exkursionsangebote innerhalb jeder Jahrgangsstufe digital protokollieren, indem sie den Standort, den Transport, grobe Ziele und die unterrichtliche Einbettung, einen Zeitplan, Kosten, sowie mögliche Materialien angeben.

8 Entscheidungen zum Unterricht

In Kapitel 8 wird die für alle Lehrkräfte gemäß Fachkonferenzbeschluss verbindliche Verteilung der Unterrichtsvorhaben dargestellt. Die Übersicht dient dazu, einen schnellen Überblick über Themen bzw. Fragestellungen der Unterrichtsvorhaben unter Angabe besonderer Schwerpunkte in den Inhalten und in der Kompetenzentwicklung zu verschaffen.

Jedes Unterrichtsvorhaben wird durch eine kurze Übersichtstabelle eingeleitet. Darauf folgt eine spezialisierte Tabelle, die in den beiden linken Spalten Fragestellungen, Teilthemen und konkretisierte Kompetenzen zum jeweiligen Unterrichtsvorhaben aufzeigt. In den beiden rechten Spalten werden konkrete Unterrichtsbeispiele vorgestellt, die als mögliche Optionen dienen. In **Blau** sind **konkrete Materialien**, in **Rot** Bezüge zum **Medienkompetenzrahmen**, in **Grün** **Berufsorientierungen** und in Orange die **SRL-Kompetenzen** hinterlegt.

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. Zu berücksichtigen sind die verbindlichen Beschlüsse in der rechten Spalte, die für alle Lehrkräfte verpflichtend sind. Sicherzustellen bleibt allerdings auch hier, dass im Rahmen der Umsetzung der Unterrichtsvorhaben insgesamt alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Berücksichtigung finden.

9 Literaturverzeichnis (Kapitel 1 – 8)

Köhler, Karlheinz & Meisert, Anke (2020). Welche Erkenntnismethoden sind für den Biologieunterricht relevant?, In: Spörhase, Ulrike et al. (Hrsg) Biologie Didaktik. Berlin. Cornelsen Verlag GmbH, S. 114f. 130 ff.

KMK (2005). Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss Beschluss vom 16.12.2004, S. 14: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse_/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Biologie.pdf; letzter Zugriff 25.05.21

Mayer, Jürgen (2007): Erkenntnisgewinnung als wissenschaftliches Problemlösen. In: D. Krüger & H. Vogt: (Hrsg.): Handbuch der Theorien in der biologiedidaktischen Forschung – Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden (S. 178-186) Berlin., S.179

Mayer, Jürgen; Ziemek, Hans-Peter (2006): Offenes Experimentieren. Forschendes Lernen im Biologieunterricht. In Unterricht Biologie 317., S. 7

Medienkompetenzrahmen NRW: https://medienkompetenzrahmen.nrw/fileadmin/pdf/LVR_ZMB_MKR_Rahmen_A4_2020_03_Final.pdf; letzter Zugriff 18.05.21

Meisert, Anke (2020). Mit Modellen lernen, In: Spörhase, Ulrike; Ruppert, Wolfgang (Hrsg.) 2020. Biologie Methodik. 5. Auflage. Berlin. Cornelsen Verlag GmbH, S.134 – 139

Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen (1. Auflage 2022): Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium / Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen Biologie. Düsseldorf, S. 9ff, S.55

Novak, Joseph D.; Gowin, D. Bob (1984): Learning how to learn. Cambridge, England. S. 56 f.

Poschen, Jochen (Rhein-Gymnasium) (2023): Schulprogramm. Köln, S. 3 – 4

Weitzel, Holger (2014). Modelle im Biologieunterricht, In: Unterricht Biologie 397/398, S. 2-10

10 Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase

<p>UV Z1: Aufbau und Funktion der Zelle</p> <p>Inhaltsfeld 1: Zellbiologie</p> <p>Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Aufbau der Zelle, Fachliche Verfahren: Mikroskopie</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <p>Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</p> <p>Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)</p> <p>Informationen erschließen (K)</p> <p>Informationen aufbereiten (K)</p>
--

Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Zelltheorie – <i>Wie entsteht aus einer zufälligen Beobachtung eine wissenschaftliche Theorie?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Zelltheorie Organismus, Organ, Gewebe und Zelle <p>(1 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> stellen den wissenschaftlichen Erkenntniszuwachs zum Zellaufbau durch technischen Fortschritt an Beispielen (durch Licht-, Elektronen- und Fluoreszenzmikroskopie) dar. 	<p>Advance Organizer zur Zelltheorie Einzel- bzw. Partnerarbeit vom technischen Fortschritt und der Entstehung einer Theorie</p>	<p>Förderung naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen. Zentrale Eigenschaften naturwissenschaftlicher Theorien (Nature of Science) werden beispielhaft erarbeitet.</p>
<p><i>Welche morphologischen Unterschiede sind zwischen tierischen und pflanzlichen Zellen erkennbar und wie können wir</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> vergleichen und erklären den Aufbau von tierischen und pflanzlichen Zellen durch den Einsatz des 	<p>Präsentation einer Tabelle mit vier Zeilen (Organisationsebenen: Organismus, Organ, Gewebe, Zelle) Bild einer Wasserpest-Pflanze links und Bild eines Menschen rechts, Bild eines Blattes der Wasserpest, Bild des Mundes vom Menschen, Fragezeichen in den Zeilen Gewebe und</p>	<p>Die SuS aktivieren ihr Vorwissen und stellen Hypothesen zum morphologischen Vergleich von pflanzlichen und tierischen Zellen auf. Gemeinsamkeiten und Unterschiede der verschiedenen Zellen (Größenmaßstäbe)</p>

Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p><i>diese untersuchen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau eines Lichtmikroskops und Funktionen (ca. 4 – 6 Ustd.) 	<p>Lichtmikroskops (S1, S2, K1, K2, K9).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erläuterung des Verfahrens der Lichtmikroskopie und Begründung der Grenzen lichtmikroskopischer Auflösung (K6) 	<p>Zellen sowohl bei der Pflanze, als auch beim Menschen.</p> <p>Impulse: Unterschiede und Gemeinsamkeiten erkennen, Kennzeichen des Lebendigen wiederholen, auf Organisationsebenen eingehen</p> <p>Erarbeitungsphase 1: Aufbau eines Lichtmikroskops & Tabelle Mikroskopische Verfahren (siehe in OneNote Fachschaft Biologie EF, Lichtmikroskop)</p> <p>Erarbeitungsphase 2: Mikroskopie von Wasserpestpräparaten und Zellen der Mundschleimhaut (einfach im Unterricht anwendbar) Partner -oder Gruppenarbeit Erstellung von Zeichnungen zu den Präparaten mit methodischer Anweisung (siehe in: Biologie heute EF SII (2022), S. 22) Vergleich mit Strukturmodellen von pflanzlichen und tierischen Zellen (2 D) Beschriftung erkennbarer Strukturen in der Zeichnung mithilfe der Modelle. Schriftliches Festhalten von erkennbaren Unterschieden zwischen beiden Zelltypen in einer vorstrukturierten Tabelle</p>	<p>werden beim Mikroskopieren erarbeitet und zugleich wissenschaftliche Methoden in kooperativen Lernarrangements gefördert (Mikroskopieren, Beobachten, Zeichnen). Im Anschluss kann durch den Vergleich mit den Modellen festgestellt werden, dass nicht alle Bestandteile einer Zelle erkennbar sind und dafür eine höhere Auflösung notwendig ist. Der Fokus dieser Sequenz liegt somit auf dem „Weg der Naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung“ und dem didaktischen Prinzip des „Forschenden Lernens“, da sich die Lernenden „zugleich Lerninhalte und Erkenntnismethoden aneignen“.</p> <p>Selbstreguliertes Lernen: Kooperationskompetenz „Teamfähigkeit fördern“</p>
<p><i>Welche Strukturen können bei prokaryotischen und eukaryotischen Zellen mithilfe verschiedener mikroskopischer Techniken sichtbar gemacht werden?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mikroskopische Verfahren • Eukaryotische Zelle 	<ul style="list-style-type: none"> • vergleichen den Aufbau von prokaryotischen und eukaryotischen Zellen (S1, S2, K1, K2, K9). • begründen den Einsatz unterschiedlicher mikroskopischer Techniken für verschiedene 	<p>Einstieg mit elektronenmikroskopischen Bildern einer eukaryotischen Zelle Beschreibung von erkennbaren Strukturen Unterschiede der Aufnahme zur Lichtmikroskopie</p> <p>Erarbeitungsphase 1: Beschreibung/Erklärung des mikroskopischen Verfahrens anhand eines Fachtextes und Ergänzung der Tabelle zu den unterschiedlichen mikroskopischen Techniken und</p>	<p>Überleitung zu elektronenmikroskopischen Bildern zum besseren Verständnis des Aufbaus von Zellen Gemeinsamkeiten und Unterschiede der verschiedenen Zellen werden erarbeitet. EM-Bild wird mit Modell verglichen.</p>

Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
(ca. 3 Ustd.)	Anwendungsgebiete (S2, E2, E9, E16, K6)	Anwendungsgebieten (arbeitsteilig) (siehe in: Biologie heute EF SII (2022), S. 15 ff) Erarbeitungsphase 2: Schematische Abbildung (2D-Modell) wird mit dem Bild verglichen und erkennbare Strukturen zugeordnet Überleitung: Welche Strukturen kennen wir bereits? Welche Strukturen kennen wir noch nicht?	
<p><i>Wie ermöglicht das Zusammenwirken der einzelnen Zellbestandteile die Lebensvorgänge in einer Zelle?</i></p> <p><i>Wie unterscheiden sich eukaryotische Zellen von prokaryotischen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Funktion von • Zellorganellen <p>Zellkompartimentierung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Endo – und Exocytose <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • erklären Bau und Zusammenwirken der Zellbestandteile eukaryotischer Zellen und erläutern die Bedeutung der Kompartimentierung für die Bildung unterschiedlicher Reaktionsräume innerhalb einer Zelle (S2, S5, K5, K10). • erläutern die membranvermittelten Vorgänge der Endo- und Exocytose (u. a. am Golgi-Apparat). • erläutern die Bedeutung des Cytoskeletts für den intrazellulären Transport 	<p>Arbeitsteilige Gruppenarbeit zum Aufbau der Zellorganellen und ihren Funktionen</p> <p>Vergleich zwischen elektronenmikroskopischen Bildern einer eukaryotischen Zelle und einer prokaryotischen Zelle</p> <p>Erarbeitungsphase 1: Erstellung einer Übersichtstabelle auf der Grundlage von Fachtexten zu eukaryotischen und prokaryotischen Zellen und ihren Zellorganellen (Aufbau/Funktion)</p> <p>Beschriftung von 2D-Modellen zu beiden Zelltypen als Vertiefung</p> <p>Erarbeitungsphase 2: Herstellung von Analogien zwischen einer Zelle und einer Stadt (Denkmodell „Cell City“)</p> <p>Dokumentation der Ergebnisse in einer Tabelle und begründete Präsentation</p> <p>Erarbeitungsphase 3: Gruppenarbeit zum Zusammenwirken von Zellorganellen und Kompartimenten einer Tier- oder Pflanzenzelle bei der Produktion eines Stoffes (z.B. Proteine)</p> <p>(siehe in: Biologie heute EF SII (2022), S. 36, 49) (siehe in: Biosphäre Gesamtband SII (2020), S. 29; elektronenmikroskopische Bilder)</p> <p>Erkenntnisse zum Ort der Proteinbildung anhand von Experimenten (Tracermethode) ableiten (siehe in: Biosphäre Gesamtband SII (2020), S. 30 ff)</p>	<p>Aktivierung von Vorwissen/Wiederholung</p> <p>Durch dieses kooperative Lernarrangement werden die Sozial- und Kommunikationskompetenzen gefördert und zugleich Fachwissen eigenständig erarbeitet. Erkenntnisse werden in einer Tabelle dokumentiert und die Entscheidungen begründet präsentiert. Die Tabelle dient als Lernkarte für die Klausur.</p> <p>Selbstreguliertes Lernen:</p> <p>Organisationskompetenz „Bezüge innerhalb des neuen feststellen“</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ verdeutlichen Wichtiges von Unwichtigem unterscheiden ➢ Infos in andere Form bringen ➢ Markierungskompetenz <p>Kooperationskompetenz „Teamfähigkeit fördern“</p>
<i>Wie lassen sich die Ähnlichkeiten</i>	• analysieren die	Präsentation: elektronenmikroskopische Aufnahme eines	Förderung der Arbeit mit Modellen und

Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p><i>zwischen Chloroplasten und Cyanobakterien erklären?</i></p> <p><i>Welche Erkenntnisse über den Bau von Mitochondrien und Chloroplasten stützen die Endosymbiontentheorie?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Endosymbiose • Symbiose <p>(ca. 3 – 4 Ustd.)</p>	<p>Besonderheiten von Mitochondrien und Chloroplasten (äußere und innere Membran, Vermehrung durch Teilung, Genom, Ribosomen) unter Einbezug proximaler Erklärungen und vergleichen diese mit prokaryotischen Systemen (E9, K7)</p> <ul style="list-style-type: none"> • entwickeln eine modellhafte Darstellung des hypothetischen Ablaufs unter Fokussierung auf der Herkunft der Doppelmembran sowie der Aspekte einer Endosymbiose (E9) • präsentieren adressatengerecht die Endosymbiontentheorie mithilfe angemessener Medien • erläutern theoriegeleitet den prokaryotischen Ursprung von Mitochondrien und Chloroplasten (E9, K7). 	<p>Mitochondriums und eines Bakteriums oder eines Chloroplasten und Cyanobakteriums</p> <p>Vergleich der Strukturen und Erkennen von Gemeinsamkeiten</p> <p>Fragestellung & Hypothesenformulierung</p> <p>2D-Modell hypothetisch zeichnen lassen</p> <p>Nennung der Belege für die Richtigkeit der Endosymbiontentheorie auf der Grundlage eines Texts und elektronenmikroskopischen Aufnahmen von Zellorganellen sowie eines Bakteriums</p> <p>Erweiterung des 2-D-Modells</p> <p>Binnendifferenzierung: ungeordnete Textabschnitte zu den Phasen im 2D-Modell zuordnen</p> <p>Erarbeitung in 4er-Gruppen:</p> <p>Erstellung eines selbsterklärenden Mediums zur Erklärung der Endosymbiontentheorie (kurze Powerpoint, digitales Plakat, kurzes Erklärvideo)</p> <p>(siehe in: OneNote Fachschaft Biologie EF, Beurteilungsbogen für erklärende Medien)</p> <p>Präsentation der Ergebnisse und kriteriengeleitete Reflexion</p> <p>Transfer: Beurteilung des Organismus <i>Hatena</i> (siehe in: BIOskop EF NRW SII (2019), S. 15) Übung für die Klausur</p>	<p>Verständnis von Fachtexten</p> <p>Förderung der Sozial- und Kommunikationskompetenzen</p> <p>Medienkompetenz:</p> <p>Teilkompetenz 4.1 „Medienproduktion und Präsentation“</p> <p>Selbstreguliertes Lernen:</p> <p>Externe Ressourcenbezogene Kompetenz „Eigenverantwortliche Nutzung von Medien“</p> <p>Arbeitsergebnisse präsentieren</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ einen Vortrag anhand von Notizen halten
<p><i>Welche morphologischen Anpassungen weisen die Zellen des Oleanders auf, um möglichst optimal an heiße Standorte angepasst zu sein?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Zelldifferenzierung • Spezialisierung 	<ul style="list-style-type: none"> • analysieren differenzierte Zelltypen mithilfe mikroskopischer Verfahren und erläutern den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S5, E7, E8, E13, K10). 	<p>Mikroskopieren von verschiedenen Zelltypen:</p> <p>Präsentation von zwei unterschiedlichen Pflanzen und deren Habitaten (Oleander, Wasserpest)</p> <p>Formulierung einer Fragestellung und Hypothesen für mögliche morphologische Anpassungen bei Xerophyten und Hydrophyten auf zellulärer Ebene</p> <p>Vergleich von Wasserpest oder Teichfaden mit dem Oleander (Präparat in der Sammlung)</p>	<p>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:</p> <p>Mikroskopieren von Fertigpräparaten verschiedener Zelltypen an ausgewählten Präparaten</p> <p>Fördert Naturwissenschaftliche Denkweise durch den Weg der Naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung</p>

Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
(ca. 6 Ustd.)		<p>Mikroskopieren der beiden Zelltypen und Anfertigen von Zeichnungen</p> <p>Auf der Grundlage eines kurzen Sachtextes Strukturen unter dem Mikroskop erkennen und die Zeichnungen des Oleanders beschriften</p> <p>Mithilfe von kurzen ungeordneten Textabschnitten (Binnendifferenzierung) die unterschiedlichen Funktionen den jeweiligen Strukturen begründet zuordnen</p> <p>Ergebnisse in Form einer Tabelle (Strukturen/ Funktionen) vergleichen und gemeinsam schriftlich festhalten</p> <p>Beispielstruktur: „tote Haare“ wird der Funktion „Verdunstungsschutz“ zugeordnet.</p> <p>Vergleich der Ergebnisse und Hypothesenüberprüfung</p> <p>Weitere Möglichkeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Herstellung von Präparaten und Mikroskopie von ausdifferenzierten Pflanzenzellen: Blattgewebe, Leitgewebe, Festigungsgewebe, Brennhaar (E8) - <i>Paramecium</i> - Zellen von Sonnen- und Schattenblättern - Muskelzellen von Mäusen <p>Transfer: elektronenmikroskopische Bilder unterschiedlicher menschlicher Zellen und die Erläuterung von Struktur und Funktion sowie Spezialisierung</p> <p>(siehe in: BIOskop EF NRW SII (2019), S. 20 f)</p>	<p>Formulierung von Hypothesen</p> <p>Mikroskopieren und Anfertigung von Zeichnungen als wissenschaftliche Methoden</p> <p>Kooperativen Arbeiten fördert die Sozial- und Kommunikationskompetenzen</p> <p>Förderung des Basiskonzepts „Struktur und Funktion“</p> <p>Mikroskopie von Fertigpräparaten verschiedener Tierzellen im Gewebeverband: Muskelzellen, Nervenzellen, Drüsenzellen (E7, E8)→ Präparate müssen bestellt werden</p>
<p>Welche Vorteile haben einzellige und vielzellige Organisationsformen?</p> <p>In welcher Weise beeinflusst die Umwelt den Zusammenschluss</p>	<ul style="list-style-type: none"> • vergleichen einzellige und vielzellige Lebewesen und erläutern die jeweiligen Vorteile ihrer Organisationsform (S3, S6, E9, K7, K8). • unterscheiden zwischen unterschiedlichen Systemebenen: Moleküle – 	<p>Präsentation des Phänomens: Grünalgen der Gattung <i>Scenedesmus</i> treten im Uferbereich von Teichen und Seen meistens in Form von vier, acht oder mehr Zellen auf. Züchtet man diese Algen jedoch im Labor finden sich überwiegend Einzelzellen im Zuchtmedium.</p> <p>Formulierung einer Fragestellung und Hypothesen</p> <p>Erarbeitung der Vorteile einer Koloniebildung sowie der Entwicklungsreihe von Einzellern zu Vielzellern am Beispiel</p>	

Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p><i>der Scendesmus-Zellen (Grünalgen)?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorteile von einzelligen und vielzelligen Organisationsformen • Arbeitsteilung und Spezialisierung <p>(ca. 2 Ustd.)</p>	<p>Zelle – Gewebe – Organ – Organismus (S6)</p> <ul style="list-style-type: none"> • erläutern die unterschiedlichen Organisationsformen innerhalb der <i>Chlamydomonadales</i> (Grünalgen-Reihe) • leiten die Eigenschaften von Vielzellern (Arbeitsteilung, Kommunikation, Fortpflanzung) anhand von <i>Volvox</i> (S3, E9) ab • diskutieren die Vorteile verschiedener Organisationsformen bei Berücksichtigung der Unterschiede zwischen proximat und ultimaten Erklärungen sowie funktionalen und kausalen Erklärungen (K7, K8) 	<p>von Modellorganismen (<i>Chlamydomas</i>, <i>Gonium</i>, <i>Volvox</i>) mithilfe von Infotexten/ schematischen Abbildungen</p> <p>(siehe in: Biosphäre Gesamtband SII (2020), S. 44 ff, weitere Anwendungsaufgaben S. 47)</p> <p>Präsentation der Ergebnisse und Hypothesen-überprüfung</p> <p>Anregungen für die Lehrkraft, um die Unterschiede zwischen proximat und ultimaten Erklärungen sowie funktionalen und kausalen Erklärungen im Kontext mit den Organisationsformen von 1. <i>Chlamydomonas</i> und <i>Volvox</i> sowie 2. <i>Thermus aquaticus</i> und Mensch zu verdeutlichen.</p> <p>https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6048</p> <p>https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6049</p>	

UV Z2: Biomembranen
Inhaltsfeld 1: Zellbiologie

Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

Biochemie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von osmotischen Vorgängen

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)

Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Unterhaltung von Sachverhalten nutzen (E)

Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)

Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)

Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	optionale Unterrichtseinheiten Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
Warum löst sich Öl nicht in Wasser? <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Eigenschaften von Lipiden und Phospholipiden • Stoffgruppen: Kohlenhydrate, Lipide, Proteine (ca. 2 – 3 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> • ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle (Kohlenhydrate, Lipide, Proteine) den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften (S2, S5-7, K6) 	Demonstrationsversuch zum Verhalten von Öl in Wasser, oder selbst mit dem Sitzpartner durchführen lassen Protokollerstellung: Formulierung der Fragestellung und Aufstellen von Hypothesen Beschreibung Informationsblätter zu funktionellen Gruppen, Strukturformeln von Lipiden und Phospholipiden Einfache Modelle (2-D) zum Verhalten von Phospholipiden in Wasser werden interpretiert Das Verhalten von Lipiden und Phospholipiden in Wasser wird mithilfe ihrer Strukturformeln und den Eigenschaften der funktionellen Gruppen erklärt. Erstellung von Lernkarten zu den drei Makromolekülen in Gruppen (auch digital möglich)	Förderung naturwissenschaftlichen Denkens durch den Einsatz von Versuchen und das Protokollieren Selbstreguliertes Lernen: „Experimentierkompetenz“ <ul style="list-style-type: none"> ➤ Forschungsfragen formulieren ➤ Hypothesen korrekt formulieren ➤ Schlussfolgerungen bzgl. der Hypothesen ableiten und Forschungsfragen beantworten

Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	optionale Unterrichtseinheiten Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p><i>Welche Bedeutung haben technischer Fortschritt und Modelle für die Erforschung von Biomembranen?</i> (ca. 6 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> Erforschung der Biomembran (historisch-genetischer Ansatz) Bilayer-Modell Sandwich-Modelle Fluid-Mosaik-Modell 	<ul style="list-style-type: none"> stellen den Erkenntniszuwachs zum Aufbau von Biomembranen durch technischen Fortschritt und Modellierungen an Beispielen dar und zeigen daran die Veränderlichkeit von Modellen auf (E12, E15–17). erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6) entwickeln kooperativ am Beispiel von Diabetes ein 3D-Strukturmodell zur Phospholipiddoppelschicht und ihren Eigenschaften und stellen ihre Überlegungen schriftlich auf einem Plakat dar (E4, E5, E12, K9, K10) [fakultativ] 	<p>Möglichkeit 1: Versuche von Gorter und Grendel mit Erythrozyten (1925) zum Bilayer-Modell Arbeitsblatt zur Arbeit mit Modellen Partnerpuzzle zu Sandwich-Modellen Arbeitsblatt 1: Erste Befunde aus der Biochemie (Davson und Danielli, 1930er) Arbeitsblatt 2: Erste Befunde durch die Elektronenmikroskopie (G. Palade, 1950er) Abbildungen auf der Basis von Gefrierbruchtechnik und Elektronenmikroskopie Partnerpuzzle zum Flüssig-Mosaik-Modell Arbeitsblatt 1: Original - Auszüge aus dem Science-Artikel von Singer und Nicolson (1972)</p> <p>Möglichkeit 2: Komplexe Lernaufgabe: Bau eines 3D-Biomembranmodells innerhalb des Kontexts Diabetes (inklusive Transportmechanismen) Zeitaufwändig (Rückmeldung erfolgt nach Erprobung)</p>	<p>Der wissenschaftliche Erkenntniszuwachs wird in den Folgestunden fortlaufend dokumentiert und für alle Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmer auf Plakaten/Tabellen festgehalten.</p> <p>Der Modellbegriff und die Vorläufigkeit von Modellen im Forschungsprozess werden verdeutlicht.</p> <p>Auf diese Weise kann die Arbeit in einer scientific community nachempfunden werden. Die „neuen“ Daten legen eine Modifikation des Bilayer-Modells von Gorter und Grendel nahe und führen zu neuen Hypothesen (einfaches Sandwichmodell / Sandwichmodell mit eingelagertem Protein / Sandwichmodell mit integralem Protein).</p> <p>Selbstreguliertes Lernen: Organisationskompetenz (für Arbeitsprozess während der Modellierung in Gruppen) Überwachungskompetenz „Lernhandlungen planen, kontrollieren, regulieren, Arbeit steuern“ Kooperationskompetenz „Teamfähigkeit fördern“</p>
<p><i>Weshalb verteilt sich die Tinte im Becherglas mit Wasser nach kurzer Zeit relativ gleichmäßig?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Diffusion/ Brownsche Molekularbewegung 	<ul style="list-style-type: none"> führen Versuche zur Diffusion und Osmose durch und erklären diese mit Modellvorstellungen auf Teilchenebene (E4, E8, E10–14). 	<p>SuS führen in Kleingruppen einen einfachen Versuch durch, indem Sie Tinte in ein Becherglas mit Wasser geben. Formulierung von Beobachtung, Fragen- und Hypothesen (Teilchenebene) Beschreibung der Beobachtung auf einem Protokoll mit einer kurzen Vorher-Nachher-Skizze Vergleich des Versuchs mit einem Modell sowie Infotext zur</p>	<p>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz: Hypothesengeleitete Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten zu Diffusion und Osmose, sodass ausgehend von der Beschreibung der Phänomene anhand von Modellvorstellungen zum Aufbau von Biomembranen die experimentellen Befunde</p>

Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	optionale Unterrichtseinheiten Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
(ca. 1 – 2 Ustd.)		<p>Diffusion und Brownscher Molekularbewegung und Erklärung des Versuchs mit Fachbegriffen (Biologie heute EF SII, S. 64)</p> <p>Lehrfilme als Binnendifferenzierung oder Vertiefung (physics-animations.com oder https://www.bing.com/videos/riverview/relatedvideo?q=brownsche+molekularbewegung+diffusion&mid=CA28778EF6F00E39869FCA28778EF6F00E39869F&FORM=VRDGAR, Zuletzt aufgerufen 01.05.2024)</p> <p>Präsentation der Ergebnisse und Verifizierung/ Falsifizierung der Hypothesen</p>	<p>erklärt werden können (E4, E8)</p> <p>Phänomen wird auf Modellebene erklärt (direkte Instruktion)</p> <p>Selbstreguliertes Lernen: „Experimentierkompetenz“</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Forschungsfragen formulieren ➤ Hypothesen korrekt formulieren ➤ Schlussfolgerungen bzgl. der Hypothesen ableiten und Forschungsfragen beantworten ➤ Protokolle sauber führen ➤ (Materialien, Durchführung, Ergebnisse)
<p><i>Wie kann es sein, dass gesalzene Kartoffelscheiben Flüssigkeit verlieren?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Untersuchung von osmotischen Vorgängen • Plasmolyse/ Deplasmolyse <p>(ca. 4 – 5 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Möglichkeit 1: planen ein Experiment zur Diffusion und Osmose, führen es durch und erklären die Befunde mit Modellvorstellungen auf Teilchenebene (E1 – E7, E9, E10, 11, E14). • Möglichkeit 2: führen Experimente zur Diffusion und Osmose durch und erklären diese mit Modellvorstellungen auf Teilchenebene (E1 – E4, E6, E9, E10 – E14) • erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation 	<p>Möglichkeit 1:</p> <p>Demonstrationsversuch mit der Kartoffel zur Osmose (Biologie heute EF SII (2022), S. 71)</p> <p>Beschreibung des Phänomens durch Beobachtung</p> <p>Formulierung der Versuchsfrage und Formulierung <u>einer Hypothese</u></p> <p>Experimentplanung in Gruppen</p> <p>SuS planen mithilfe des Vee-Diagramms und dem Prinzip der Variablenkontrolle ein Experiment</p> <p>(Methoden-Check zur Planung von Experimenten in OneNote unter Fachschaft Biologie SII, Zellbiologie); Vorgabe von Materialien (siehe Biologie heute EF SII (2022), S. 71)</p> <p>Hilfeskärtchen zum Prinzip der Variablenkontrolle (Binnendifferenzierung)</p> <p>Infotext zur Osmose mit Teilchenmodellen als Zuhilfenahme für die Schlussfolgerung des Experiments</p> <p>Reflexion der Experimentplanung/ Durchführung und Vergleich der Ergebnisse</p>	<p>Möglichkeit 1:</p> <p>Hier muss das Phänomen der Osmose bekannt sein, also im Vorfeld mithilfe von Modellen und/oder dem Mikroskopieren von Zwiebeln (Möglichkeit 3) erarbeitet werden, sodass der didaktische Fokus auf der Planung eines Experiments mithilfe des Prinzips der Variablenkontrolle liegt.</p> <p>Möglichkeit 2:</p> <p>Der Einstieg mit dem Phänomen bleibt gleich. Hier ist das Phänomen jedoch nicht bekannt und das Experiment dient dem Zweck der Erkenntnisgewinnung. Dafür muss die Durchführung vorgegeben sein.</p> <p>Selbstreguliertes Lernen: Experimentierkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Forschungsfragen formulieren ➤ Hypothesen korrekt formulieren ➤ Durch strukturiertes ➤ Experimentieren Hypothesen überprüfen (Veränderung nur

Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	optionale Unterrichtseinheiten Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
	<p>(S2, S5–7, K6).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Möglichkeit 3: führen mikroskopische Untersuchungen zur Plasmolyse hypothesengeleitet durch und interpretieren die beobachteten Vorgänge (E4, E5, E8, E11) 	<p>Verifizierung/ Falsifizierung der Hypothesen</p> <p>Weitere Möglichkeiten:</p> <p>Experiment mit entkalktem Hühnerei in unterschiedlichen Medien</p> <p>Mikroskopische Untersuchungen an roten Zwiebelzellen oder mit Rinderblut</p> <p>(Biologie heute EF, SII (2022), S. 68f)</p>	<p>einer Variable)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Schlussfolgerungen bzgl. der Hypothesen ableiten und Forschungsfragen beantworten ➤ Protokolle (V-Diagramm) sauber führen (Materialien, Durchführung, Ergebnisse) <p>Überwachungskompetenz „Lernhandlungen planen, kontrollieren, regulieren; Arbeit steuern“</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Planungskompetenz mit dem V-Diagramm überprüfen, gemeinsam reflektieren, gegebenenfalls überarbeiten <p>Das Mikroskopieren kann didaktisch in Kombination mit Modellen zur Erkenntnisgewinnung vor dem Planen eines Experiments, also vor Möglichkeit 1, oder zur Vertiefung nach Möglichkeit 2 eingesetzt werden.</p>
<p><i>Wie kann es sein, dass sich ein Mensch mit Wasser vergiftet, obwohl Wasser lebensnotwendig ist?</i></p> <p><i>physiologische Anpassungen: Homöostase</i></p> <p><i>(ca. 1 – 2 Ustd.)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • erklären die Bedeutung der Homöostase des osmotischen Werts für zelluläre Funktionen und leiten mögliche Auswirkungen auf den Organismus ab (S4, S6, S7, K6, K10). 	<p>Ironman stirbt an Wasservergiftung: Bereits kurze Zeit nach Einlieferung des Sportlers bildete sich ein Hirnödem aus.</p> <p>Arbeitsblatt 1: Infotext zu einem Hirnödem, Formulierung der Fragestellung und Hypothesenbildung</p> <p>Arbeitsblatt 2: Modell zur Verteilung von Natriumionen im Extra- und Intrazellulärraum an einer Gliazelle im Gehirn im Normalzustand sowie während einer starken Hyponatriämie und vertiefende Aufgaben auf molekularer Ebene sowie zu den möglichen Auswirkungen auf den Körper</p> <p>Arbeitsmaterialien in One Note unter Fachschaft Biologie SII, EF, Zellbiologie weitere Materialien: Biologie heute EF SII (2022) S. 72f</p>	<p>Diese Unterrichtseinheit dient der Vertiefung und zeigt deutlichen Lebensweltbezug. Die Aufgabenstellung ist komplex (AFB 1-3) und kann im Rahmen der Klausurvorbereitung eingesetzt werden.</p> <p>Selbstreguliertes Lernen:</p> <p>Kompetenz, Aufgabenstellungen zu verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Strukturiertes Lesen von Aufgabenstellungen und Operatoren verstehen ➤ Selbständige Bearbeitung von Aufgabenstellungen ohne Nachfragen

Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	optionale Unterrichtseinheiten Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p><i>Wie werden die Chlorid-Ionen normalerweise durch die Biomembran transportiert, obwohl die hydrophobe Schicht der Biomembran keine elektrisch geladenen Moleküle mit Hydrathülle passieren lässt?</i></p> <p>Funktion der Biomembran:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Passiver Transport • Aktiver Transport <p>(ca. 3 – 4 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6) • beschreiben und erklären Transportvorgänge durch Membranen für verschiedene Stoffe mithilfe geeigneter Modelle und geben die Grenzen dieser Modelle an (E6). 	<p>Präsentation und Beschreibung eines Phänomens Normalzustand der Bronchien ohne Infekt: (Biologie heute EF SII (2022) S. 64, 67)</p> <p>Frage- und Hypothesenformulierung</p> <p>Gruppenarbeit: Informationstexte zu verschiedenen Transportvorgängen (siehe One Note Fachschaft Biologie EF Transportprozesse)</p> <p>Erstellung einer Ergebnistabelle (schematische Skizze, Beispiele für transportierte Substanzen, Beschreibung)</p> <p>Präsentation der Ergebnisse</p> <p>Beantwortung der Leitfrage und begründete Zuordnung der Transportform mithilfe einer schematischen Abbildung zu den Transportvorgängen an den Epithelzellen der Bronchien</p> <p>Transfer: Mukoviszidose (Biologie heute EF SII (2022) S. 64, 67)</p> <p>An den Membranen von Mukoviszidose-Patienten ist der spezifische Chlorid-Ionentransport nicht oder nur eingeschränkt möglich.</p> <p>Die SuS erklären auf molekularer Ebene, wie dadurch ein zähflüssiger Bronchialschleim entsteht.</p> <p>Die SuS begründen die Therapiemaßnahme, bei welcher Betroffene Aerosole aus Natriumchlorid-Lösungen inhalieren.</p>	<p>Aktivierung von Vorwissen durch Lebensweltbezug:</p> <p>Die SuS wissen bereits, dass die hydrophobe Schicht der Phospholipiddoppelschicht eine Barriere für Ionen (elektrisch geladen mit Hydrathülle) darstellt und diese nicht einfach diffundieren können.</p> <p>Hieraus ergibt sich zunächst die Frage, wie die Chlorid-Ionen normalerweise durch die Biomembran transportiert werden, obwohl die hydrophobe Schicht der Biomembran keine elektrisch geladenen Moleküle mit Hydrathülle passieren lässt.</p> <p>SuS können kooperativ entsprechend der Informationstexte 2-D-Modelle zu den unterschiedlichen Transportvorgängen erstellen. Ergebnistabelle dient als Übersicht zum Lernen für die Klausur.</p> <p>Die Transferaufgabe bietet die Möglichkeit das Gelernte zu vertiefen, indem es in einem neuen Kontext angewandt werden muss. Die Aufgabenstellung im AFB 3 ist zudem eine gute schriftliche Übung für die Klausur.</p>
<p>Funktionen der Biomembran: <i>Wie kann es sein, dass Euglena sich mithilfe der Geißel zum Licht bewegt?</i></p> <p>Signaltransduktion und Zell-Zell-Erkennung</p>	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6) 	<p>Präsentation eines Phänomens: Video zu Euglena, Fortbewegung https://www.bing.com/videos/search?q=Euglena+Video+Bewegung+zum+Licht&docid=608019326412015525&mid=B3AF51A053D13615AA7BB3AF51A053D13615AA7B&view=detail&FORM=VIRE, letzter Zugriff 03.05.2024</p> <p>Beobachtungen beschreiben lassen</p> <p>Formulierung der Leitfrage und Hypothesen</p>	

Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	optionale Unterrichtseinheiten Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
---	---	---	--

Diagnose von Schülerkompetenzen:

- Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen zu Beginn der Unterrichtsreihe

Leistungsbewertung:

- „Dokumentationsaufgabe“ und „Beurteilungsaufgabe“ in Form einer schriftlichen Vorstellung des angefertigten Membranmodells einschl. Begründung der ausgewählten Bau- und Darstellungsweise sowie Modellkritik am eigenen Modell zur Ermittlung der Dokumentationskompetenz (K1) und der Modell-Kompetenz (E6); **Weitere Möglichkeiten:** Protokolle und Zeichnungen sowie Präsentation der Endosymbiontentheorie (Dokumentationskompetenz (K1) und Präsentationskompetenz MKR 4.1)
- Klausur zur Zellbiologie

UV Z3: Mitose, Zellzyklus und Meiose

Inhaltsfeld 3: Zellbiologie

Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

Genetik der Zelle, Fachliche Verfahren: Analyse von Familienstambäumen

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)
 Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)
 Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)
 Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)

Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
---	---	---	---

Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Was zeichnet eine naturwissenschaftliche Fragestellung aus und welche Fragestellung lag den <i>Acetabularia</i> und den <i>Xenopus</i>-Experimenten zugrunde?</p> <ul style="list-style-type: none"> Erforschung der Funktion des Zellkerns in der Zelle <p>Wie ist die DNA aufgebaut? (ca. 1 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> Nukleinsäuren Arbeits- und Transportform 	<ul style="list-style-type: none"> benennen Fragestellungen historischer Versuche zur Funktion des Zellkerns und stellen Versuchsdurchführungen und Erkenntniszuwachs in einem V-Diagramm dar (E1, E5, E7). werten Klonierungsexperimente (Kerntransfer bei <i>Xenopus</i>) aus und leiten ihre Bedeutung für die Stammzellforschung ab (E5). ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle (Nucleinsäuren) den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften anhand von 3D-Modellen (S2, S5-7, E12, K6) 	<p>Vee-Diagramm zum wissenschaftlichen Erkenntnisweg sowie eine methodische Anleitung für das Vorgehen beim Experimentieren</p> <p><i>Acetabularia</i> - Experimente (theoretisch) von Hämmerling</p> <p>Experiment (theoretisch) zum Kerntransfer bei <i>Xenopus</i></p> <p>Kurze Wiederholung des DNA-Aufbaus Anknüpfung an die 10. Klasse Genetik</p>	<p>Naturwissenschaftliche Fragestellungen werden kriteriengeleitet entwickelt und Experimente ausgewertet.</p>

Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p><i>Welche biologische Bedeutung hat die Mitose für einen Organismus?</i></p> <p><i>Wie verläuft eine kontrollierte Vermehrung von Körperzellen?</i> (ca. 5 – 6 Ustd.)</p> <p>Teil 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zellzyklus/Regulation • Chromosomen/ Cytoskelett 	<ul style="list-style-type: none"> • erklären die Bedeutung der Regulation des Zellzyklus für Wachstum und Entwicklung (S1, S6, E2, K3). 	<p>Präsentation des Phänomens: Zellwachstum</p> <p>Bildbeschreibung von Entwicklungsstadien der Zygote bis zum menschlichen Fötus, oder Zeitraffervideo</p> <p>Mögliche Entwicklung einer Fragestellung: <i>Wie entwickelt sich aus einer Zelle ein Fötus im Uterus einer Frau?</i></p> <p>Erarbeitungsphase 1: Infotext zum Zellzyklus mit leerem Kreisschema</p> <p>SuS tragen die Phasen in das Kreisschema ein (mit Darstellung des Übergangs von Zellen in die G₀-Phase. Dabei Unterscheidung der ruhenden Zellen und Beachtung unterschiedlich langer G₀-Phasen verschiedener Zelltypen: nie wieder sich teilende Zellen (wie Nervenzellen) und Zellen, die z. B. nach Verletzung wieder in die G₁-Phase zurückkehren können)</p> <p>Die SuS erläutern die wesentlichen Vorgänge der Phasen in einer dazugehörigen Tabelle (Veränderung der Menge des genetischen Materials, Arbeits- oder Transportform und Funktion der Phase)</p> <p>Erläuterung der Regulation des Zellzyklus durch Signaltransduktion:</p> <p>Wachstumsfaktor und wachstumshemmender Faktor wirken an bestimmten Kontrollpunkten des Zellzyklus.</p> <p>Bedeutung der Apoptose</p> <p>Transferaufgabe: Auswertung und Interpretation einer Tabelle mit ungefähre Dauer der einzelnen Phasen des Zellzyklus bei menschlichen Körperzellen (in Stunden).</p> <p>(Materialien: siehe One Note Fachschaft Biologie EF Genetik, Biologie heute EF SII (2022), S. 114 f)</p>	<p>Das Aufzeigen der Zygote schafft Lebensweltbezug</p> <p>Die SuS können im Anschluss an die Fragestellung Hypothesen formulieren</p> <p>Reaktivierung von Vorwissen zur Mitose und zum Zellzyklus (→ Sek I)</p> <p>Die Transferaufgabe (Think-Pair-Share) erfolgt erst nach der Sicherungsphase, sodass die SuS auf ihr Vorwissen aufbauen können.</p> <p>(erklären unterschiedliche Dauer des Zellzyklus der Zelltypen mit unterschiedlichem Bedarf)</p> <p>Das Kreisschema kann später mit den Kontrollpunkten des Zellzyklus ergänzt werden.</p>

Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Teil 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> Mitose (Rückbezug auf Zelltheorie) 	<ul style="list-style-type: none"> erklären die Bedeutung der Regulation des Zellzyklus für Wachstum und Entwicklung (S1, S6, E2, K3). erläutern die Bedeutung des Cytoskeletts für [den intrazellulären Transport und] die Mitose ordnen begründet mikroskopische Bilder den Mitosephasen zu 	<p>Erarbeitungsphase 2: Bild- u. Textpuzzle zur Mitose Informationstexte und Abbildungen</p> <p>Film/ Animationen zum besseren Verständnis</p> <ol style="list-style-type: none"> exakte Reproduktion Organ- bzw. Gewebewachstum und Erneuerung (Mitose) Zellwachstum (Interphase) <p>Interpretation von mikroskopischen Bildern (Vertiefung)</p> <p>Weitere Möglichkeit: Mikroskopieren von Präparaten einer Wurzelspitze von <i>Allium cepa</i>, Vergleich von Chromosomenanordnungen im Zellkern mit modellhaften Abbildungen, Schätzung der Häufigkeit der verschiedenen Phasen (Mitose und Interphase) im Präparat</p>	<p>Wiederholung und Vertiefung</p>
<p><i>Wie kann unkontrolliertes Zellwachstum gehemmt werden und welche Risiken sind mit der Behandlung verbunden?</i></p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> erklären die Bedeutung der Regulation des Zellzyklus für Wachstum und Entwicklung (S1, S6, E2, K3). begründen die medizinische Anwendung von Zellwachstumshemmern (Zytostatika) und nehmen zu den damit verbundenen Risiken Stellung (S3, K13, B2, B6–B9). 	<p>Definition des Krankheitsbildes Krebs und Bedeutung von Tumoren</p> <p>https://www.brd.nrw.de/system/files/migrated_documents/01_Cytologie-Krebstherapie_Jahrgang-EF_60a3feb654f1b.pdf</p> <p>Recherche zu einem Zytostatikum und Erstellung eines Infoblattes mit Wirkmechanismus und Nebenwirkungen zur Erläuterung der Wirkungsweise (das Infoblatt sollte auch fachübergreifende Aspekte beinhalten)</p> <p>https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6052</p> <p>konstruktiver Austausch über die Ergebnisse, Fokussierung auf die unspezifische Wirkung von Zytostatika (→ Ausblick auf Möglichkeiten personalisierter Medizin) (K13)</p> <p>Abschätzung von Nutzen und Risiken einer</p>	<p>Berufsorientierung: Schüler:innen lernen das Arbeitsfeld von Biomedizinern/Medizinern in der Krebsforschung kennen</p> <p>Kontakt: Frau Dr. Annekarin Meyer (Doktorarbeit in der Krebsforschung und Biomedizinerin)</p>

Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
		<p>Zytostatikatherapie basierend auf den erhaltenen Ergebnissen, dabei sollen unterschiedliche Perspektiven eingenommen und Handlungsoptionen berücksichtigt werden (B8)</p> <p><u>Weitere Materialien:</u></p> <p>Wirkung von Taxol (Paclitaxel) Mitosehemmer, Anmerkung: Hierfür ist eine detaillierte Betrachtung des Spindelapparats notwendig (S. 131)</p> <p>In: Biosphäre Gesamtband SII (2020), S. 131, 133 AFB 1 – 3, anspruchsvoll</p> <p>Auszüge aus dem Paper „Dr. med. Hasmüller & Dr. med. Bauerfeind (2008) Taxane in der Onkologie - Nebenwirkungen vermeiden – supportiv behandeln. Arbeitsgemeinschaft (ASORS), München (siehe One Drive Fachschaft Biologie, Genetik)</p> <p>Informationstext: Kontrolle des Zellzyklus/ Gestörte Kontrolle In: Biologie heute EF SII (2022), S. 117</p>	
<p><i>Welche Ziele verfolgt die Forschung mit embryonalen Stammzellen und wie wird diese Forschung ethisch bewertet?</i></p> <p>Biotechnologie Biomedizin Pharmazeutische Industrie (ca. 4 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • diskutieren kontroverse Positionen zum Einsatz von embryonalen Stammzellen (K1-4, K12, B1–6, B10–B12). 	<p>Forschung mit Stammzellen am Beispiel des Axolotls</p> <p>Unheilbare Krankheiten künftig heilen?</p> <p>Informationstext mit Abbildung zum Gewinnungsprozess</p> <p>Beschreibung der Pluripotenz embryonaler Stammzellen und Erklärung der Bedeutung im Zusammenhang mit dem Zellzyklus sowie der Entstehung unterschiedlicher Gewebe (Biologie heute EF SII 2022, S. 124 f)</p> <p>Bioethische Bewertungsmethode: Anwendung des Sechs-Schritte Modells an einem konkreten „fiktiven“ Fallbeispiel (angelehnt an Hößle/Alfs (2014)) (Methodenhinweis siehe One Note Biologie Fachschaft, EF, Genetik)</p> <p>Anwendung des Sechs-Schritte Modells an einem</p>	<p>Förderung der Beurteilungskompetenzen durch eine schrittweise Herangehensweise anhand eines Dilemmas:</p>

Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
		<p>konkreten Fallbeispiel (angelehnt an Hößle/Alfs (2014))</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definieren des geschilderten Dilemmas - Aufzählen möglicher Handlungsoptionen - Sammeln von Pro- und Contra-Argumenten (verschiedenen Perspektiven) <p>Rechercheauftrag zu verschiedenen medizinischen Therapieformen mit Stammzellen sowie den Zielen:</p> <p>https://www.dpz.eu/de/infothek/wissen/stammzellforschung.html</p> <p>https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/gesundheits/bioethik/bioethik-gesellschaftliche-her-modernen-lebenswissenschaften.html</p> <p>https://zellux.net/</p> <p>https://www.stammzellen.nrw.de/informieren/ethik-und-recht/ethische-fragestellungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erarbeitung der hinter den Argumenten stehenden ethischen Werte mithilfe einer Begriffswolke - Gewichtung der Werte und Folgenreflexion für das Individuum und die Gesellschaft mithilfe der Argumentationswippe (auch digital möglich) - Begründete Urteilsfällung 	<p>Medienkompetenz: Teilkompetenz 2.1 und 2.2</p> <p>Externe Ressourcenbezogene Kompetenz „Eigenverantwortliche Nutzung von Medien“</p> <p>Hinweis: Der Fokus liegt hier nicht auf der detaillierten Kenntnis von Stammzelltypen, sondern auf der Frage, welche Argumente für und gegen die Nutzung von embryonalen Stammzellen für die Medizin möglich sind. Voraussetzung dafür ist im Wesentlichen das Wissen um die Pluripotenz der embryonalen Stammzellen.</p>
<p><i>Nach welchem Mechanismus erfolgt die Keimzellbildung und welche Mutationen können dabei auftreten?</i></p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p> <p>Karyogramm: Genommutationen, Chromosomen-mutationen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern Ursachen und Auswirkungen von Chromosomen- und Genommutationen (S1, S4, S6, E3, E11, K8, K14). 	<p>Karyogramm einer an Trisomie 21 erkrankten Person</p> <p>Aktivierung von Vorwissen: Beschreibung und Analyse des Karyogramms einer Person mit Trisomie 21 unter Verwendung der bisher gelernten Fachbegriffe (→Sek I)</p> <p>Vergleich von Karyogrammen bei freier Trisomie 21 und Translokationstrisomie zur Identifikation von Chromosomen- und Genommutationen in Karyogrammen:</p> <p>Beschreibung der Unterschiede, Entwicklung von Fragestellungen und Vermutungen zu den Abweichungen</p> <p>Erläuterung von Ursachen und Auswirkung der</p>	<p>Berufsorientierung: Kennenlernen der Arbeit von Ärzten im Bereich der Humangenetik</p>

Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Meiose Rekombination</p>		<p>Genommutation Definition der unterschiedlichen Formen von Chromosomenmutationen Reaktivierung des Vorwissens (→Sek I: Meiose und Befruchtung,) Vertiefende Betrachtung der Meiose Erläuterung der Ursachen der Trisomie 21 Betrachtung der Unterschiede zur Mitose, vor allem im Hinblick auf die Reduktion des Chromosomensatzes bei der Gametenreifung. Herausstellung der Vorteile sexueller Fortpflanzung: interchromosomale und intrachromosomale Rekombination</p>	
<p>• <i>Inwiefern lassen sich Aussagen zur Vererbung genetischer Erkrankungen aus Familienstammbäumen ableiten?</i> (ca. 4 Ustd.)</p> <p>Analyse von Familienstammbäumen</p>	<p>• wenden Gesetzmäßigkeiten der Vererbung auf Basis der Meiose bei der Analyse von Familienstammbäumen an (S6, E1–3, E11, K9, K13).</p>	<p>Familienfoto zeigt phänotypische Variabilität unter Geschwistern Aktivierung des Vorwissens zu genetischer Verschiedenheit homologer Chromosomen Modellhafte Darstellung der Rekombinationsmöglichkeiten durch Reduktionsteilung und Befruchtung, Klärung des Zusammenhangs zwischen Meiose und Erbgang, dabei Berücksichtigung der verschiedenen Systemebenen Problematisierung der phänotypischen Ausprägung bei Heterozygotie</p> <p>Genetische Diagnostik – Stammbaumanalyse von autosomal dominanten und autosomal rezessiven Erbgängen am Beispiel der Mukoviszidose in einem digitalen Partnerpuzzle</p> <p>Learning Snacks:</p>	<p>Berufsorientierung: Kennenlernen der Arbeit von Ärzten im Bereich der Humangenetik</p> <p>Weitere Materialien:</p>

Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
		<p>Gruppe 1 autosomal dominanter Erbgang https://www.learningsnacks.de/share/356031/599cbb8c8d22ff7c60bc70c7ce3c7b5ac492a333</p> <p>Gruppe 2 autosomal rezessiver Erbgang https://www.learningsnacks.de/share/356299/c16cd960-0d16-49ec-8573-97f3a030f3ac</p> <p>Arbeitsblatt in: One Note, Fachschaft Biologie, EF, Genetik</p> <p>Tabelle mit Hinweisen und Beweisen zu beiden Erbgängen, Eintragen von Genotypen in die Stammbäume</p> <p>Austauschphase und gemeinsame Bearbeitung des Einstiegbeispiels (hypothetischer Erbgang zur Erbkrankheit Mukoviszidose)</p> <p>Notieren der Genotypen und begründete Zuordnung des Erbgangs.</p>	<p>Arbeitsblatt zur Stammbaumanalyse, sowie Hinweise und Lösungen</p> <p>https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/9932</p> <p>https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/9933</p>
<p>Diagnose von Schülerkompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen zu Beginn der Unterrichtsreihe <p>Leistungsbewertung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • „Dokumentationsaufgabe“ mündliche & schriftliche Vorstellung des Infoblattes mit Wirkmechanismus und Nebenwirkungen zur Erläuterung der Wirkungsweise von Zytostatikum, „Beurteilungsaufgabe“ in Form einer schriftlichen Vorstellung des ethischen Urteils und der Reflektion des Urteils (Stammzellenforschung) • Klausur zur Zellbiologie (Zellzyklus, Mitose, Meiose, Stammbaumanalyse) 			

UV Z4: Energie, Stoffwechsel und Enzyme

Inhaltsfeld 1: Zellbiologie

Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

Physiologie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von Enzymaktivitäten

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)

Informationen aufbereiten (K)

Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Welcher Zusammenhang besteht zwischen aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel in einer Zelle stofflich und energetisch?</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Anabolismus und Katabolismus</i> • <i>Energieumwandlung: ATP-ADP-System</i> 	<p>beschreiben die Bedeutung des ATP-ADP-Systems bei auf- und abbauenden Stoffwechselprozessen (S5, S6).</p>	<p>„Du bist, was du isst“ Umwandlung von Nahrung in körpereigene Substanz</p> <p>Aktivierung von Vorwissen (→ Sek I, EF.1) durch Analyse einer Nährwerttabelle: Zusammenhang zwischen Nahrungsbestandteilen und Zellinhaltsstoffen</p> <p>Erstellung eines vereinfachten Schemas zum katabolen und anabolen Stoffwechsel, dabei Verdeutlichung des energetischen Zusammenhangs von abbauenden (exergonischen) und aufbauenden (endergonischen) Stoffwechselwegen, dabei Berücksichtigung der Abgrenzung von Alltags- und Fachsprache</p> <p>https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6054 (kataboler/ anaboler Stoffwechsel)</p> <p>Verdeutlichung des Grundprinzips der energetischen Kopplung durch Energieüberträger</p> <p>Erläuterung des ATP-ADP-Systems unter Verwendung einfacher Modellvorstellungen: ATP als Energieüberträger</p>	

Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Energieumwandlung: Redoxreaktionen</p> <p>(ca. 8 Ustd.)</p>	<p>beschreiben die Bedeutung des ATP-ADP-Systems bei auf- und abbauenden Stoffwechselprozessen (S5, S6).</p>	<p>„Chemie in der Zelle“ – Redoxreaktionen ermöglichen den Aufbau und Abbau von Stoffen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aktivierung von Vorwissen (→Sek I Chemie): Redoxreaktion als Elektronenübertragungsreaktion, Donator-Akzeptor-Prinzip, Energieumsatz • Herstellen eines Zusammenhangs von exergonischer Oxidation und Katabolismus sowie endergonischer Reduktion und Anabolismus • Erläuterung des (NADH+H⁺)-NAD⁺-Systems und die Bedeutung von Reduktionsäquivalenten für den Stoffwechsel <p>Vervollständigung des Schaubildes zum Zusammenhang von abbauendem und aufbauendem Stoffwechsel durch Ergänzung des (NADH+H⁺)-NAD⁺-Systems und des ATP-ADP-Systems. Dabei Herausstellung des Recyclings der Trägermoleküle und der Kopplung von Stoffwechselreaktionen</p>	
<p>Wie sind Proteine aufgebaut und wo spielen sie eine Rolle?</p> <p>Aminosäuren, Peptide, Proteine Primär-, Sekundär-, Tertiär-, Quartärstruktur</p> <p>(ca. 2 – 3 Ustd.)</p>	<p>ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle (Proteine) den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften anhand von Modellen (S2, S5-7, E12, K6)</p>	<p>Haptische Modelle (z.B. Knetgummi-, Papp - oder Legomodelle) zum Proteinaufbau bzw. Enzymaufbau)</p> <p>Informationstexte zum Aufbau und der Struktur von Proteinen Gruppenarbeit Lernplakate zum Aufbau von Proteinen bzw. Enzymen</p> <p>Gruppenarbeit: Lernplakate zum Aufbau von Proteinen bzw. Enzymen</p>	<p>Der Aufbau von Proteinen wird erarbeitet. Die Quartärstruktur wird am Beispiel von Hämoglobin veranschaulicht.</p> <p>Lernplakate werden erstellt und auf ihre Sachrichtigkeit und Anschaulichkeit hin diskutiert und ggf. modifiziert.</p> <p>Sie bleiben im Fachraum hängen und dienen der späteren Orientierung.</p>
<p>Welche Bedeutung haben Enzyme im menschlichen</p>	<p>führen Experimente zur Ermittlung von Enzymeigen-</p>	<p>Demonstrationsexperiment zur Verbrennung eines Zuckerwürfels mit und ohne Asche.</p>	<p>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz: Durchführung von Experimenten zur Ermittlung</p>

Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Stoffwechsel?</p> <p>Enzyme: Kinetik</p> <p>Katalysator</p> <p>Aktives Zentrum</p> <p>Allgemeine Enzymgleichung</p> <p>Substrat- und Wirkungsspezifität</p>	<p>schaften an ausgewählten Beispielen durch und erklären daran die Eigenschaften von Biokatalysatoren</p> <p>beschreiben und erklären mithilfe geeigneter Modelle Enzymaktivität und Enzymhemmung (E6).</p>	<p><i>Wie kann es sein, dass der Zuckerwürfel nur mit Asche brennt?</i></p> <p>Definition des Katalysators und Veranschaulichung der Wirkung im Energiediagramm.</p> <p>Erarbeitung der Merkmale von Enzymen als Proteine (→ EF.1) mit spezifischer Raumstruktur und ihrer Eigenschaft als Biokatalysatoren anhand von Experimenten</p> <p>Experimentelle PA oder GA</p> <p>Mögliche Experimente:</p> <p>a) Die Wirkungsweise der Amylase anhand eines Entfärbungsversuches nachvollziehen</p> <p>b) Peroxidaseversuche mit Kartoffelscheiben oder Kartoffelsaft (Verdünnungsreihe) durchführen</p> <p>alternative oder ergänzende Exper. zu den Versuchen a) und b):</p> <p>c) Ananassaft und Quark oder Götterspeise und frischgepresster Ananassaft in einer Verdünnungsreihe</p> <p>d) Lactase und Milch sowie Glucoseteststäbchen (Immobilisierung von Lactase mit Alginat)</p> <p>e) Urease und Harnstoffdünger (Indikator Rotkohlsaft) Hilfekarten (gestuft) für die verschiedenen Experimente</p> <p>Checklisten mit Kriterien für - naturwissenschaftliche Fragestellungen, - Hypothesen, - Untersuchungsdesigns.</p> <p>Entwicklung einer Modellvorstellung als geeignete Darstellungsform (E12, K9)</p> <p>Herstellen des Zusammenhangs mit Stoffwechselreaktionen im Organismus und Hervorheben der Bedeutung von kontrollierter Stoffumwandlung durch Zerlegung in viele Teilschritte</p> <p>Erarbeitung des Prinzips von Enzymreaktionen, dabei Berücksichtigung von Enzymeigenschaften wie Spezifität und Sättigung und Berücksichtigung des Schlüssel-</p>	<p>von Enzymeigenschaften an ausgewählten Beispielen.</p> <p>Selbstreguliertes Lernen: „Experimentierkompetenz“</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Forschungsfragen formulieren ➤ Hypothesen korrekt formulieren ➤ Schlussfolgerungen bzgl. der Hypothesen ableiten und Forschungsfragen beantworten <p>Modelle zur Funktionsweise des aktiven Zentrums werden erstellt. Hier bietet sich an, die Folgen einer veränderten Aminosäuresequenz, z. B. bei Lactase mithilfe eines Modells zu diskutieren.</p>

Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
		Schloss-Prinzips (Basiskonzept Struktur und Funktion) Anwendungsbeispiele zu je einem Beispiel aus dem anabolen und katabolen Stoffwechsel.	
Wie können in der Zelle biochemische Reaktionen reguliert ablaufen? Untersuchung von Enzymaktivitäten (ca.6 Ustd.)	entwickeln Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von verschiedenen Faktoren und überprüfen diese mit (eigenen) experimentellen Daten (E2, E3, E6, E9, E11, E14). beschreiben und interpretieren Diagramme zu enzymatischen Reaktionen (E9, K6, K8, K11).	Die Enzymaktivität ist abhängig von Umgebungsbedingungen Phänomen: <i>Wie kann es sein, dass langanhaltendes hohes Fieber lebensgefährlich für den Menschen ist?</i> (Wasserstoffperoxidabbau durch Katalase) Experiment: Abhängigkeit der Katalase-Aktivität von der Temperatur (Schaummessung im Messbecher mit Kartoffelscheiben) Möglichkeit 1: Planung nach dem Prinzip der Variablenkontrolle (Fragen- und Hypothesenformulierung, Planung, Durchführung und Auswertung in Form von Erstellung einer Temperaturkurve (digital mit Excel oder analog) und Vergleich mit der RGT-Regel (ca. 4 Ustd.) Möglichkeit 2: Praktische Durchführung und Auswertung in Form von Erstellung einer Temperaturkurve und Vergleich mit der RGT-Regel (ca. 2 Ustd.) Weitere Möglichkeit: Phänomen: <i>Wie kann es sein, dass vor allem im Sommer ein Misthaufen hohe Konzentrationen an Ammoniak produziert, was einen strengen Geruch zur Folge hat?</i> Experiment zur Abhängigkeit der Urease-Aktivität von der Temperatur Möglichkeit 1: Planung nach dem Prinzip der Variablenkontrolle (Fragen- und Hypothesenformulierung, Planung, Durchführung und Auswertung in Form von Erstellung einer Temperaturkurve (digital mit Excel oder analog) und Vergleich mit der RGT-Regel (4 Ustd.) Möglichkeit 2: Praktische Durchführung und Auswertung	Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz: Das Beschreiben und Interpretieren von Diagrammen wird geübt. Experimente zur Ermittlung der Abhängigkeiten der Enzymaktivität werden, wenn zeitlich möglich, geplant und durchgeführt. Wichtig: Denaturierung im Sinne einer irreversiblen Hemmung durch a) Temperatur, b) pH-Wert und c) Schwermetalle muss einem Bsp. herausgestellt werden. Die Wechselzahl wird problematisiert. Bei Planung: Selbstreguliertes Lernen: Experimentierkompetenz <ul style="list-style-type: none"> ➤ Forschungsfragen formulieren ➤ Hypothesen korrekt formulieren ➤ Durch strukturiertes ➤ Experimentieren Hypothesen überprüfen (Veränderung nur einer Variable) <ul style="list-style-type: none"> ➤ Schlussfolgerungen bzgl. der Hypothesen ableiten und Forschungsfragen beantworten ➤ Protokolle (V-Diagramm) sauber führen ➤ (Materialien, Durchführung, Ergebnisse)

Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
		<p>in Form von Erstellung einer Temperaturkurve und Vergleich mit der RGT-Regel (2 Ustd.)</p> <p>Möglichkeit 3: Werte vorgeben, in einen Graphen übertragen und die Temperaturkurve auswerten, Vergleich mit der RGT-Regel (1 Ustd.)</p> <p>Informationstext zur Denaturierung und Video zur Teilchenbewegung bei Erhöhung der Temperatur zur Vertiefung und Auswertung der Experimente</p> <p>(siehe OneNote Fachschaft Biologie, Enzymatik, Enzymaktivität, Experimente, Experimentierskript und Arbeitsblätter)</p> <p>Anwendung der Kenntnisse zur Enzymaktivität auf die Auswirkungen eines weiteren Faktors wie etwa dem pH-Wert am Beispiel von Verdauungsenzymen</p> <p>Beispiel: Lactosespaltung und Lactoseintoleranz</p> <p>Interpretation der Ergebnisse einer Versuchsreihe</p> <p>Auf den Zahn gefühlt: Enzyme und Substratkonzentration</p> <p>Modellversuch zur Abhängigkeit von Enzymen von der Substratkonzentration mit Zahnstochern sowie Auswertung</p> <p>(siehe OneNote Fachschaft Biologie, Enzymatik, Enzymaktivität, Substratkonzentration)</p>	<p>Überwachungskompetenz „Lernhandlungen planen, kontrollieren, regulieren; Arbeit steuern“</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Planungskompetenz mit dem V-Diagramm überprüfen, gemeinsam reflektieren, gegebenenfalls überarbeiten
<p>Wie können in der Zelle biochemische Reaktionen reguliert ablaufen?</p> <p>Enzyme: Regulation</p> <p>kompetitive Hemmung, allosterische (nicht kompetitive) Hemmung Substrat und</p>	<p>erklären die Regulation der Enzymaktivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9).</p> <p>erläutern die Enzymaktivität durch kompetitive und allosterische Hemmung anhand von Diagrammen (K9)</p>	<p>Phänomen: „Alkohol verdrängt Alkohol“: Eine Methanol-Vergiftung kann mit Ethanol behandelt werden.</p> <p>Erweiterung der Modellvorstellung zu Enzymen durch die Darstellung der kompetitiven Hemmung (E12)</p> <p>Interpretation eines Graphens</p> <p>Erläuterung der Modellvorstellung zur allosterischen Hemmung und Beurteilung von Grenzen der Modellvorstellungen</p>	<p>Das Beschreiben und Interpretieren von Diagrammen wird geübt.</p>

Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
Endprodukthemmung		Erläuterung der Aktivierung von Enzymen und die Bedeutung von Cofaktoren [2], Beschreibung einer Reaktion mit ATP und ggf. $\text{NADH}+\text{H}^+$ als Cofaktor unter Nutzung modellhafter Darstellungen, dabei Rückbezug zur Darstellung des Zusammenhangs von katabolen und anabolen Stoffwechselwegen.	
<p>Diagnose von Schülerkompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen zu Beginn der Unterrichtsreihe <p>Leistungsbewertung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • „Dokumentationsaufgabe“ mündliche & schriftliche Vorstellung des Plakats zum chemischen Aufbau von Proteinen, fakultativ oder zusätzlich Experimentplanung (Vee-Diagramm/Gruppe) und mündliche Vorstellung der Ergebnisse sowie Auswertung, fakultativ Präsentation von zusätzlichen Referatsthemen: Wie macht man sich die Wirkweise von Enzymen zu Nutze? Enzyme im Alltag - Technik - Medizin u. a. • Klausur zur Zellbiologie (Enzymatik) 			

11 Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Grundkurs)

UV GK-N1: Informationsübertragung durch Nervenzellen Inhaltsfeld 2: Neurobiologie Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	Fachschaftsinterne Absprachen <ul style="list-style-type: none"> Erstellung von Erklärfilmen zur Synapse
Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlagen der Informationsverarbeitung, Fachliche Verfahren: Potenzialmessungen	Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Transmitter und Rezeptorprotein
Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: <ul style="list-style-type: none"> Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) 	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

Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
Wie ermöglicht die Struktur eines Neurons die Aufnahme und	<ul style="list-style-type: none"> erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12). 	<i>Kontext: „Wie beeinflusst der Aufbau eines Neurons seine Funktion? (→ SI, → EF)“</i> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i>	

<ul style="list-style-type: none"> • Bau und Funktionen von Nervenzellen: Erregungsleitung 	<ul style="list-style-type: none"> • vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an (S6, E1–3). 	<p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • ggf. Einstieg: Reaktionstest mit Lineal [3] <p>Erläuterung der Veränderungen der Ionenverteilung an der Membran beim Wechsel vom Ruhe- zum Aktionspotenzial, Phasen des Aktionspotenzials, korrekte Verwendung der Fachsprache</p> <p>Beschreibung einer Versuchsanordnung zur Untersuchung von Potenzialänderungen an Neuronen</p> <p>begründete Zuordnung von molekularen Vorgängen an der Axonmembran zu den passenden Kurven-Diagrammen (Potenzialmessung) [4, 5] oder Markt Biologie Oberstufe Arbeitsheft 2018, 28.4. „Aktionspotenziale zeigen einen charakteristischen Verlauf des Membranpotentials“</p> <p>interaktiven Simulation, um das Aktionspotenzial zu erforschen oder zu beeinflussen. PhET-Simulation: Stimulation eines Neurons: https://phet.colorado.edu/de/simulations/neuron</p> <p>Auswertung eines Experiments zur Erforschung oder Beeinflussung des Aktionspotenzials, z. B. durch Blockade der spannungsgesteuerten Ionenkanäle Z.B. Biosphäre SII Gesamtband 2020, S. Wirkung von Tetrodotoxin des Kugelfischs Fugu</p> <p>ggf. Vertiefung der Kenntnisse zur Informationsweiterleitung durch Bearbeitung der IQB-Aufgabe Schmerzen [6]</p> <p><i>Kontext:</i></p> <p>Vergleich von sofortigem und langsam einsetzendem Schmerz</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <p>Beschreibung des Phänomens der unterschiedlich schnellen Schmerzwahrnehmung, Aufstellen einer Forschungsfrage und Hypothesenbildung [7]</p> <p>modellgestützte Erarbeitung der beiden Erregungsleitungstypen und tabellarische Gegenüberstellung von schnellen Aδ-Fasern und langsameren C-Fasern [8]</p> <p>Erarbeitung der zwei grundsätzlichen Möglichkeiten einer Steigerung der Weiterleitungsgeschwindigkeit, z. B. anhand einer Datentabelle: Erhöhung des Axondurchmessers (Bsp. <i>Loligo vulgaris</i>) oder Myelinisierung z.B. Biologie heute SII Gesamtband 2022 AB „Kommunikation in biologischen Systemen, M2“</p>	<p>Modell der Erregungsleitung bietet die Möglichkeit zur Modellkritik in Bezug auf die Lokalisation des Aktionspotentials.</p>
---	--	---	--

Wie erfolgt die Informationsweitergabe zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese beeinflusst werden?

(ca. 8 Ustd.)

- Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse

Optional (nicht im KLP für den GK)

- Verrechnung:
- erregende und hemmende Synapsen
- räumliche und zeitliche Summation
- Stoffeinwirkung an Synapsen

- erklären die Erregungsübertragung an einer Synapse und erläutern die Auswirkungen exogener Substanzen (S1, S6, E12, K9, B1, B6).
- erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14).

- differenzieren zwischen Aktionspotential, erregendem postsynaptischen Potential und Endplattenpotential
- die Funktion einer hemmenden Synapse durch räumliche und zeitliche Summation von Potenzialen erläutern (Verrechnung, IPSP, EPSP),

- nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9).

Kontext:

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]** oder Erstellung eines **Stop-Motion-Films** <https://digilep.schule/unterrichtskonzepte/lernen-mit-videos/erregungsweiterleitung-synaptischer-spalt/>

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]; oder **arbeitsteilige Gruppenarbeit** mit **Unterrichtsmaterialien Biologie Sek II Stark-Verlag, S. 625 „Synapsengifte“**, Ergänzung des Erklärfilms oder Fließschemas

Arbeitsblatt zu den verschiedenen Potentialarten:

Arbeitsblatt mit Übungsaufgaben zur neuronalen Verrechnung unter Berücksichtigung von EPSP und IPSP, **z.B. Biologie heute SII Gesamtband 2022, S. 312, S.313 Material B, AB „Experimente zur Summation“**

Kontext:

Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung

zentrale Unterrichtssituationen:

Vorstellung der Wirkungsweise des Cannabinoids THC

Hinweis: Da die konkretisierte Kompetenzerwartung dem Kompetenzbereich Bewertung zugeordnet ist, soll auf eine detaillierte Darstellung der molekularen Wirkungsweise von Cannabis verzichtet werden. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellungnahme.

Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen,

Überwachungskompetenzen:

Arbeitskonzept für ein Vorhaben entwickeln und in Teilschritte zergliedern
Zeitmanagement überprüfen

Kooperationskompetenz

Kooperative Lernformen nutzen

Arbeitsergebnisse aufbereiten und präsentieren:

Projektergebnisse anhand eines Films (Erklärfilm, Stop-Motion-Film) adressatengerecht vorstellen (MKR 1.2 (digitale Wrrkzeuge bedienen und anwenden) und 4.2 (Produzieren und Präsentieren) , K9, K11)

um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können [11, 12, 13]

Hinweis: Neben den übergeordneten Kompetenzerwartungen B5–9 bietet es sich hier an, [14], ggf. weitere Bewertungskompetenzen in den Blick zu nehmen.

Weiterführende Materialien:

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

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

<p>Sequenzierung: <i>Leitfragen</i> Inhaltliche Aspekte</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p>Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden</p>	<p>Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</p>
--	--	---	--

<p>Wie wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in nutzbare Energie um? (ca. 5 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energieumwandlung • Energieentwertung • Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel • ATP-ADP-System • Stofftransport zwischen den Kompartimenten • Chemiosmotische ATP-Bildung 	<ul style="list-style-type: none"> • stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9). 	<p>Kontext: Leben und Energie - Lebensvorgänge in Zellen können nur mit Energiezufuhr ablaufen.</p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung des Vorwissens zur Energieumwandlung in lebenden Systemen (→EF), insbesondere: Zusammenhang von abbauendem und aufbauendem Stoffwechsel, energetische Kopplung von Reaktionen, Bedeutung der Moleküle NADH+H⁺ und ATP • Erarbeitung 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] 	
---	---	---	--

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

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

<p>Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p>Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden</p>	<p>Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</p>
---	--	---	--

<p>Wie kann die Zelle durch den schrittweisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen? (ca. 6 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Feinbau Mitochondrium • Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäurezyklus und Atmungskette • Redoxreaktionen 	<ul style="list-style-type: none"> • stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9). 	<p><i>Kontext:</i> Keine Power ohne Nahrung – Bei heterotrophen Organismen ist die ATP-Synthese an die Oxidation von Nährstoffmolekülen gekoppelt. [1]</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung des Vorwissens zum Feinbau von Mitochondrien und Skizze eines Schaubildes mit den wesentlichen Schritten der Zellatmung und deren Verortung in Zellkompartimenten, sukzessive Ergänzung des Schaubildes im Verlauf des Unterrichts (K9) • Ggf. Verbrennen eines Zuckerwürfels zur Veranschaulichung der Oxidation von Glucose. • Beschreibung der Glykolyse als ersten Schritt des Glucoseabbaus, dabei Fokussierung auf die Entstehung von Energie- und Reduktionsäquivalenten sowie die Oxidation zu Pyruvat als Endprodukt der Glykolyse • Beschreibung des oxidativen Abbaus von Pyruvat zu Kohlenstoffdioxid in den Mitochondrien durch oxidative Decarboxylierung und die Prozesse im Tricarbonsäurezyklus, dabei Fokussierung auf die Reaktionen, in denen Reduktionsäquivalente und ATP gebildet werden • Vervollständigung des Schaubilds und Aufstellen einer Gesamtbilanz der Zellatmung 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 $\text{NADH}+\text{H}^+$ als Elektronendonator zur Aufrechterhaltung des Protonengradienten 	<ul style="list-style-type: none"> •
<p>Wie beeinflussen Nahrungsergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel? (ca. 5 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels (S7, E1–4, E11, E12). • nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter 	<p><i>Kontext:</i> Mikronährstoffpräparate beim Sport – Lifestyle oder notwendige Ergänzung?</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> Reaktivierung des Vorwissens zu enzymatischen Reaktionen und der Enzymregulation durch Aktivatoren und Inhibitoren unter Verwendung einfache, modellhafter Abbildungen (\rightarrowEF) z.B. Biologie heute SII</p>	

<ul style="list-style-type: none"> Stoffwechselregulation auf Enzymebene 	<p>stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1–4, B5, B7, B9).</p>	<p>Gesamtband 2022, S.90/91, „Hemmung von Enzymen“ Reaktivierung der Kenntnisse zu Cofaktoren am Beispiel von Mineralstoff- oder Vitaminpräparaten als Nahrungsergänzungsmittel (NEM) [2, 3], z.B. Biologie heute SII Gesamtband 2022, S.84/85, „Cofaktoren und Coenzyme“, Gruppenpuzzle zum Thema „Nahrungsergänzungsmittel und Zellatmung“ (-> siehe Datei) angeleitete Recherche zu NEM beim Sport, hierbei besondere Fokussierung auf Quellenherkunft und Intention der Autoren (K4) [4] Bewertungsprozess: Abwägung von Handlungsoptionen und kriteriengeleitete Meinungsbildung sowie Entscheidungsfindung (B9) [5]</p>	<p>(MKR 2.3 Informationsbewertung und 2.4 Informationskritik) Einblick in die Arbeit der Verbraucherzentrale</p>
---	--	--	--

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

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

<p>Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p>Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden</p>	<p>Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</p>
--	--	---	--

Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von Pflanzen abhängig? (ca. 4 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren 	<ul style="list-style-type: none"> analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11). 	<p><i>Kontext:</i> Solarenergie sichert unsere Ernährung – Pflanzen sind Selbstversorger und Primärproduzenten</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> Reaktivierung der Bruttogleichung der Fotosynthese (→ Sek I) und Beschreibung der Stärke- und Sauerstoffproduktion als ein Maß für die Fotosyntheseaktivität. Messung der Sauerstoffproduktion bei der Wasserpest, z. B. mithilfe einer Farbreaktion [1] -> (Entfärbung von Indigokarmin durch die Fotosyntheseaktivität der Wasserpest in Abhängigkeit von der Beleuchtungsstärke (z. B. Tageslicht und OHP-Beleuchtung)) oder bei Efeu [2], und/ oder Bläschenzählmethode mit der Wasserpest (Elodea canadensis) zur Sauerstoffentwicklung in Abhängigkeit vom Licht, Temperatur, CO₂-Gehalt, dabei Variation der äußeren Faktoren und Berücksichtigung der Variablenkontrolle (E6) (Alternative: Lehrfilm zur Fotosynthese bei YouTube) Auswertung der Ergebnisse, Abgleich mit Literaturwerten und Rückbezug auf Hypothesen (E 9–11)</p>	<p>Um optimale Versuchsergebnisse zu erhalten, muss frisches Pflanzenmaterial verwendet werden. Dies gilt insbesondere für die Wasserpflanzen.</p> <p>Die Bläschenzählmethode weist nicht nach, dass es sich um Sauerstoff handelt, sondern zeigt lediglich eine Gasbildung. Deshalb ist ein weiterer eindeutiger Versuch zur Bestimmung des Gases wichtig (Indigokarmin).</p>
<p>Welche Blattstrukturen sind für die Fotosynthese von Bedeutung? (ca. 4 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> Funktionale Anpassungen: Blattaufbau 	<ul style="list-style-type: none"> erklären funktionale Anpassungen an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4, S5, S6, E3, K6–8). 	<p><i>Kontext:</i> Stärkenachweis in panaschierten Blättern – die Fotosynthese findet nur in grünen Pflanzenteilen statt</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> 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</p>	<p>Reflexion des Erkenntnisgewinnungsprozess es (z.B. Einsatz analytischer Verfahren, historischer Experimente und Modelle) (E13)</p>

Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Welche Funktionen haben Fotosynthesepigmente? (ca. 3 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Funktionale Anpassungen: Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, Feinbau Chloroplast • Chromatografie <p>Wie erfolgt die Umwandlung von</p>	<ul style="list-style-type: none"> • erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13). • erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der 	<p>Hypothesenbildung zur Regulation des Gasaustausches und der Transpiration durch Schließzellen [3], -> Untersuchungsmaterial: Blattober und -unterseite vom Flammenden Käthchen (Kalanchoe blossfeldiana), Abbildungen zu Stomata, z. B. REM-Aufnahmen</p> <p>Mikroskopieren von Blattquerschnitten von Sonnen- und Schattenblättern (Dauerpräparate in der Biologiesammlung!), Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zu Anpassungen von Sonnen- und Schattenblättern (E3), Auswertung von Daten zur Fotosyntheserate ggf. Korrektur finaler Erklärungen der Anpassungen (K7)</p> <p><i>Kontext:</i> Der ENGELMANN-Versuch- Die Fotosyntheseleistung ist abhängig von der Wellenlänge des Lichts. <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Auswertung des ENGELMANN-Versuchs und Erklärung des ungleichmäßigen Bakterienwachstums entlang der fädigen Alge [4] <p>Herstellen eines Zusammenhangs zwischen dem Absorptionsspektrum einer Rohchlorophylllösung und dem Wirkungsspektrum der Fotosynthese</p> <p>Grafische Darstellung zu Absorptionsspektren von Chlorophyll a, Chlorophyll b und Carotinoiden</p> <p>Sachgemäße Durchführung der DC-Chromatografie und Identifikation der Pigmente [5] (E4)</p> <p>Wiederholung des Feinbaus eines Chloroplasten und Verortung der Pigmente in der Thylakoidmembran</p> <p><i>Kontext:</i> Chloroplasten als Lichtwandler – Wie erfolgt die Synthese von</p>	<p>Die SuS untersuchen die Stomatabewegung unter verschiedenen Filtern; sie schulen ihre Fähigkeiten in der Auswertung mikroskopischer Fotos.</p> <p>Die SuS erstellen auf diese Grundlage eine Tabelle für einen kriteriengeleiteten Vergleich von Licht- und Schattenpflanze (Aspekte: u. a. Blattdicke und -größe, Blattmasse, Farbe, unterschiedliche Blattgewebe)</p> <p>Die Trennung der verschiedenen Blattfarbstoffe kann mithilfe von getrockneter Tafelkreide oder Papierchromatographie erfolgen.</p>

Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Lichtenergie in chemische Energie? (ca. 7 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chemiosmotische ATP-Bildung • Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen, • Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration • Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel 	<p>Fotosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht (S2, S7, E2, K9).</p>	<p>Glucose mit Hilfe von Sonnenlicht? <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <p>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)</p> <p>Erläuterung der wesentlichen Vorgänge in der Lichtreaktion (Fotolyse des Wassers, Elektronentransport und Bildung von NADPH+ H⁺) anhand eines einfachen Schaubildes, Reaktivierung der Kenntnisse zur chemiosmotischen ATP-Bildung (→UV1)</p> <p>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</p> <p>Vervollständigung des Übersichtsschemas zur Veranschaulichung des stofflichen und energetischen Zusammenhangs der Teilreaktionen</p> <p>Arbeitsblatt zu den Experimenten von HILL</p> <p>Darstellung des Zusammenwirkens von Chloroplasten und Mitochondrien in einer Pflanzenzelle für die Aufrechterhaltung der Lebensvorgänge in einer Pflanzenzelle</p>	<p>Die Begriffswendung „lichtunabhängige Reaktion“ ist nicht zutreffend, da auch die Synthesereaktion von Licht abhängig ist.</p>

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

<p>UV GK-Ö1: Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen</p> <p>Inhaltsfeld 4: Ökologie</p> <p>Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	<p>Fachschaftsinterne Absprachen</p> <p>Fakultative Exkursion</p>
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Fachliches Verfahren: Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <p>Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</p> <p>Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)</p> <p>Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)</p> <p>Informationen aufbereiten (K)</p>	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kompartimentierung in Ökosystemebenen <p>Steuerung und Regelung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Positive und negative Rückkopplung ermöglichen Toleranz <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Angepasstheit an abiotische und biotische Faktoren

<p>Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p>Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden</p>	<p>Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</p>
---	--	---	---

Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Welche Forschungsgebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Ökologie? (ca. 3 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem (S5–7, K8). 	<p><i>Kontext:</i> Modellökosysteme, z.B. Flaschengarten oder Betrachtung eines realen Ökosystems z.B. Wald</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung des Vorwissens zu zentralen Begriffen der Ökologie (→ SI) • Darstellung des Wirkungsgefüges von Umweltfaktoren, Lebensvorgängen und Wechselbeziehungen von Lebewesen im gewählten Modellökosystem mit Hilfe einer Concept Map • Präsentation der Zusammenhänge unter Berücksichtigung kausaler Erklärungen und der Vernetzung von Systemebenen (S5–7, K8) • Präsentation zentraler Fragestellungen und Forschungsgebiete der Ökologie, die bei der Untersuchung des Zusammenwirkens von abiotischen und biotischen Faktoren im Verlauf der Unterrichtsvorhaben zur Ökologie eine Rolle spielen (Advance Organizer) • Optional: Exkursion in einen Laubwald: Zonierungsbeispiel am Laubwald mit Arbeitsaufträgen zu methodischen Fragestellungen u. a. Messung der Lichtintensitäten vor dem Wald und in den verschiedenen Zonen eines Laubwaldes, Ermittlung der Feuchtigkeit (qualitativ) und der Temperatur 	<p>Verbindliche Beschlüsse der Fachkonferenz?:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die SuS erstellen begleitend zu allen ökologischen Unterrichtsvorhaben ein fachwissenschaftliches Glossar. • Die Wald-Exkursion ist fakultativ.
<p>Inwiefern bedingen abiotische Faktoren die Verbreitung von Lebewesen? (ca. 5 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven <p>Optional (nicht explizit)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • untersuchen auf der Grundlage von Daten die physiologische und ökologische Potenz von Lebewesen (S7, E1-3, E9, E13). • erläutern die Aussagekraft von 	<p><i>Kontext:</i> Eine Frage der Perspektive – Für Wüstenspringmäuse/ Dromedare ist die Wüste kein extremer Lebensraum</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Herstellung eines Zusammenhangs zwischen einer langfristigen standortspezifischen Verfügbarkeit / Intensität eines Umweltfaktors und den entsprechenden Angepasstheiten bei Tieren am Beispiel des Umweltfaktors Wasser • Morphologische und physiologischen Angepasstheiten von Pflanzen an die Wasserverfügbarkeit, (ggf. Anfertigen mikroskopischer Schnitte von 	<ul style="list-style-type: none"> •

Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>im KLP für den GK genannt): Tiergeographische Regeln (Bergmann und Allen)</p> <p>Welche Auswirkungen hat die Konkurrenz um Ressourcen an realen Standorten auf die Verbreitung von Arten? (ca. 5 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz, • Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische Potenz • Ökologische Nische 	<p><u>biologischen Regeln (u.a. tiergeographische Regeln) und grenzen diese von naturwissenschaftlichen Gesetzen ab (E7, K4).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • analysieren die Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- und interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6–K8). • erläutern die ökologische Nische als Wirkungsgefüge (S4, S7, E17, K7, K8). 	<p>verschiedenen Blattyten (Meso-, Xero-, Hydro-,Hygrophyten) in arbeitsteiliger Gruppenarbeit oder Auswertung von Blattquerschnitten im Schulbuch S. 367)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interpretation von Toleranzkurven eurythermer und stenothermer Lebewesen. • Erklärung der unterschiedlichen physiologischen Temperaturtoleranz ausgewählter Lebewesen unter Berücksichtigung des Basiskonzepts Steuerung und Regelung • <u>Optional: Modellversuche zur Bergmann'schen (mit Rundkolben) und Allenschen Regel (mit Kartoffeln), Erläuterung der Aussagekraft der tiergeographischen Regeln und Abgrenzung dieser von naturwissenschaftlichen Gesetzen ab (E7, K4).</u> • 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) <p><i>Kontext:</i> Vergleich der Standortbedingungen für ausgewählte Arten in Mono- und Mischkultur</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Erläuterung des Konkurrenzbegriffs am Beispiel der intra- und der interspezifischen Konkurrenz, z. B. von Baumarten (Buch S. 369) oder Gräsern in Mono- und Mischkultur (S7) (Buch S. 369 Hohenheimer Grundwasserversuch) • Erklärung der ökologischen Potenz mit dem Zusammenwirken von physiologischer Toleranz und der Konkurrenzstärke um Ressourcen (E9, K6–8), Material zur Auswertung von • Material: Untersuchungen zum Zusammenleben verschiedener Arten unter dem Aspekt der interspezifischen Beziehungen (z.B. Experiment zu amerikanischen und rotbraunen Reismehlkäfern in Abhängigkeit von der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit oder zur Vermehrungsrate von Paramecienarten unter bestimmten Bedingungen) 	<p><u>Die SuS erstellen auf der Grundlage des Experimentes selbstständig ein Kurvendiagramm unter Berücksichtigung der Achsenzuordnung.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Die SuS leiten selbstständig eine Definition zu Konkurrenzvermeidung und zum Konkurrenzausschlussprinzip her.

Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden? (ca. 4 Ustd.) + Exkursion</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen, • Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal 	<ul style="list-style-type: none"> • bestimmen Arten in einem ausgewählten Areal und begründen ihr Vorkommen mit dort erfassten ökologischen Faktoren (E3, E4, E7–9, E15, K8). • analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14). 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 ultimatsten Erklärung der Einnischung (K7, E17) <p><i>Kontext:</i> Ökosystem Fließgewässer? – Bestimmung der Gewässergüte eines Fließgewässers</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Informationen über das Ökosystem Fließgewässer (Gliederung, abiotische Umweltfaktoren, biotische Umweltfaktoren, Stoffspiralen) • Erfassung von Arten in einem schulnahen aquatischen Ökosystem (See, Strunde im Thielenbruch, Rhein) unter Verwendung eines Bestimmungsschlüssels (ggf. digital) und Bestimmung der biologischen Gewässergüte sowie der strukturellen Gewässergüte und vereinfachte Untersuchung der Wasserqualität (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 wirtschaftlicher Fließgewässernutzung (z.B. Begradigungen), Begründung von Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen von heimischen Flüssen/Bächen (K11–14) 	<ul style="list-style-type: none"> • Die Durchführung der Exkursion ist fakultativ! • Mit den Materialien im Buch S. 414-417 können gegebene Werte zur Gewässergüte ausgewertet werden • Die Sequenz kann auch am Ende des Inhaltsfelds Ökologie unterrichtet werden

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://landwirtschaft.hessen.de/sites/landwirtschaft.hessen.de/files/2021-10/unterrichtsmaterialien - ein bach ist mehr als wasser.pdf	<p>Unterrichtsmaterialien des HMULV zum Thema Ökologie und Schutz von Fließgewässern. Es werden Möglichkeiten des fächerverbindenden und projektorientierten Lernens zum Thema Ökologie und Schutz von Fließgewässern in der SEK I und II aufgezeigt. Neben ausführlichen Fachinformationen zur Fließgewässerökologie, zur Praxis der Gewässergütebewertung und des ganzheitlichen Gewässerschutzes sind Schülerarbeitsblätter mit ausführlichen didaktischen Erläuterungen enthalten.</p>

Letzter Zugriff auf die URL: 13.01.2023

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

Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar? (ca. 5 Ustd.) Interspezifische Beziehungen: Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen	<ul style="list-style-type: none"> • analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6-K8). 	<i>Kontext:</i> Gut vernetzt – Wechselwirkungen in Biozöosen <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung der charakteristischen Merkmale von Konkurrenz (→ UV1 Ökologie), Räuber-Beute-Beziehung, Parasitismus, Mutualismus und Symbiose an aussagekräftigen Beispielen. Ggf. arbeitsteilige Präsentationen (Gruppenpuzzle) zu den Wechselwirkungen unter Berücksichtigung der Fachsprache und der Unterscheidung von funktionalen und kausalen Erklärungen (K6, K8) • Analyse der Angepasstheiten ausgewählter interagierender Arten auf morphologischer und physiologischer Ebene, z. B. bei Symbiose oder Räuber-Beute (Buch S. 384 Abwehrmechanismen/Lockmechanismen) (K7) • Analyse von Daten zu Wechselwirkungen und Bildung von Hypothesen zur vorliegenden Beziehungsform [1], Reflexion der Datenerfassung (z. 	

Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Optional (nicht explizit im KLP für den GK genannt): Lotka-Volterra-Regeln</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität 	<ul style="list-style-type: none"> • untersuchen Veränderungen von Populationen mit Hilfe von Simulationen auf der Grundlage des Lotka-Volterra-Modells. • erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10). 	<p>B. Diskrepanz zwischen Labor- und Freilandbedingungen, Methodik) (E9)</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Aufgabe zur Populationsentwicklung von Lärchenwicklerraupe und parasitischer Wespe und der begrenzten Aussagekraft von Lotka-Volterra.</u> <p><i>Kontext:</i> Pestizideinsatz in der Landwirtschaft <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyse eines Fallbeispiels zur chemischen Schädlingsbekämpfung mit Pestizideinsatz (K12) • 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] 	<p><u>Die SuS erfahren den Unterschied zwischen Regeln und Gesetzen über die Modellkritik an den Lotka-Volterra-Regeln.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> •

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 13.01.2023

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

<p>• Sequenzierung: <i>Leitfragen</i> Inhaltliche Aspekte</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p>Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden</p>	<p>Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</p>
--	--	---	---

<ul style="list-style-type: none"> • Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte 	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften durch Energiefluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbindung? (ca. 4 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz <p>Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant? (ca. 2 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stoffkreislauf und 	<ul style="list-style-type: none"> • analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5). 	<p><i>Kontext:</i> Nahrungsbeziehungen und ökologischer Wirkungsgrad</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Problemorientierter Einstieg: PCB gefährdet Delfine in Europa -> Problem der Bioakkumulation • 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 • 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] <p><i>Kontext:</i> Kohlenstoffkreislauf und Klimaschutz</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> Darstellung der Austauschwege im Kohlenstoffkreislauf zwischen den Sphären der Erde (Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre, Biosphäre) [2,3]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Die folgenden Themen zum Klimawandel können arbeitsteilig als Referatsthemen erarbeitet und präsentiert werden

<ul style="list-style-type: none"> • Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf</p> <p>Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden? (ca. 3 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern geografische, zeitliche und soziale Auswirkungen des anthropogen bedingten Treibhauseffektes und entwickeln Kriterien für die Bewertung von Maßnahmen (S3, E16, K14, B4, B7, B10, B12). 	<p>Unterscheidung von langfristigem und kurzfristigem Kohlenstoffkreislauf und Erläuterung der Umweltschädlichkeit von fossilen Energiequellen in Bezug auf die Erderwärmung (E14)</p> <p><i>Kontext:</i></p> <p>Aktuelle Debatte um den Einfluss des Menschen auf den Klimawandel</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Angeleitete Recherche zu den geografischen, zeitlichen und sozialen Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffekts sowie zu den beschlossenen Maßnahmen [4] • 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) (Buch S. 438) • Erkennen der Grenzen der wissenschaftlichen Wissensproduktion und der Akzeptanz vorläufiger und hypothetischer Aussagen, die auf einer umfassenden Datenanalyse beruhen (E16) 	<ul style="list-style-type: none"> •

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 13.01.2023

UV GK-G1: DNA – Speicherung und Expression genetischer Information

Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Zeitbedarf: ca. 27 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Fachschaftsinterne Absprachen

Inhaltliche Schwerpunkte:

Molekulargenetische Grundlagen des Lebens

Beiträge zu den Basiskonzepten:

Struktur und Funktion:

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
 Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)
 Informationen aufbereiten (K)

Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Wie wird die identische Verdopplung der DNA vor einer Zellteilung gewährleistet? (ca. 4 Ustd.)</p> <p>Speicherung und Realisierung genetischer Information: Bau der DNA, semikonservative Replikation,</p> <p>Wie wird die genetische Information der DNA zu Genprodukten bei Prokaryoten umgesetzt? (ca. 6</p>	<p>leiten ausgehend vom Bau der DNA das Grundprinzip der semikonservativen Replikation aus experimentellen Befunden ab (S1, E1, E9, E11, K10).</p> <p>erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6).</p>	<p><i>Kontext:</i> Zellteilungen der Zygote nach Befruchtung <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau der DNA (→ Sek I, → EF), Erstellung eines Baustein-Modells zur Erklärung der Struktur der DNA [1; 4] Hypothesengeleitete Auswertung des MESELSON-STAHN-Experimentes zur Erklärung des Replikationsmechanismus und Erläuterung der experimentellen Vorgehensweise [2] Erklärung der Eigenschaften und Funktionen ausgewählter Enzyme (DNA-Polymerase, DNA-Ligase) für die Prozesse in der Zelle z. B. anhand eines Erklärvideos Erläuterung des Energiebedarfs bei der DNA-Replikation etwa aufgrund der Desoxynukleosid-Triphosphate als Bausteine für die DNA-Polymerase (Bezug zum Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung)</p> <p><i>Kontext:</i> Modellorganismus Bakterium: Erforschung der Proteinbiosynthese an Prokaryoten <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau von Proteinen (→ EF) und Erarbeitung des Problems der Codierung bzw. Decodierung von Informationen auf DNA-Ebene, RNA-Ebene und Proteinebene</p>	

Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Ustd.)</p> <p>Transkription, Translation</p> <p>Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen bei der Proteinbiosynthese von Pro- und</p>		<p>(Bezug zum Basiskonzept Information und Kommunikation und auch Struktur und Funktion)</p> <p>Erstellung eines Fließschemas zum grundsätzlichen Ablauf der Proteinbiosynthese (→ SI) unter Berücksichtigung der DNA-, RNA-, Polypeptid- und Proteinebene zur Strukturierung der Informationen</p> <p>Erläuterung des Ablaufs der Transkription z. B. anhand einer Animation (Eigenschaften und Funktionen der RNA-Polymerase, Erkennen der Transkriptionsrichtung) unter Anwendung der Fachsprache</p> <p>Erläuterung des Vorgangs der Translation ausgehend von unterschiedlichen modellhaften Darstellungen und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modelle unter Berücksichtigung gemeinsam formulierter Kriterien</p> <p>Erarbeitung der Eigenschaften des genetischen Codes und Anwendung der Codesonne unter Rückbezug auf das erstellte Fließschema [ggf. 3]</p> <p>Berücksichtigung des Energiebedarfs der Proteinbiosynthese (Bezug zum Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung)</p> <p>Begründung der Verwendung des Begriffs Genprodukt anhand der Gene für tRNA und rRNA</p> <p><i>Kontext:</i></p> <p>Transkription und Translation bei Eukaryoten</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <p>Aktivierung von Vorwissen zu Kompartimentierung und Organellen (→ EF) und Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zum Ablauf der Proteinbiosynthese bei Eukaryoten</p> <p>Erläuterung modellhafter Darstellungen der Genstruktur (Exons/Introns), Prozessierung der prä-mRNA zur reifen mRNA sowie alternatives Spleißen, posttranslationale Modifikation</p> <p>Erstellung einer kriteriengeleiteten Tabelle zum Vergleich der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten</p>	<p>Reflexion der größeren Komplexität der Prozesse bei eukaryotischen Zellen im Zusammenhang mit der Kompartimentierung sowie der Differenzierung von Zellen und Geweben (Basiskonzept Struktur und Funktion, Stoff- und Energieumwandlung)</p>

Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Eukaryoten? (ca. 5 Ustd.)</p> <p>Wie können sich Veränderungen der DNA auf die Genprodukte und den Phänotyp auswirken? (ca. 5 Ustd.)</p> <p>Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Genmutationen</p> <p>Wie wird die Genaktivität bei Eukaryoten gesteuert? (ca. 7 Ustd.)</p> <p>Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch</p>	<p>erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8).</p> <p>erklären die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren und DNA-Methylierung (S2, S6, E9, K2, K11).</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p>Resistenzen bei Eukaryoten (z. B. Herzglykosid-Resistenz beim Monarchfalter) [5]</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <p>Aktivierung von Vorwissen zu Genommutationen, Chromosomenmutationen (→ Sek I, → EF)</p> <p>Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zur Ursache der Resistenz unter Berücksichtigung der verschiedenen Systemebenen (molekulare Ebene bis Ebene des Organismus)</p> <p>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)</p> <p>Reflexion der Ursache-Wirkungsbeziehungen unter sprachsensiblen Umgang mit funktionalen und kausalen Erklärungen</p> <p><i>Alternativer Kontext: Antibiotika-Resistenz bei Bakterien</i></p> <p><i>Kontext:</i></p> <p>Körperzellen: gleiches Erbgut – unterschiedliche Differenzierung</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <p>Erkennen der unterschiedlichen Protein- und RNA-Ausstattung verschiedener menschlicher Zelltypen und Begründung der Phänomene durch zellspezifische Regulation der Genaktivität</p> <p>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</p>	

Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
DNA-Methylierung		Steuerung und Regelung) Erstellung von Modellen zur Bedeutung epigenetischer Marker (DNA-Methylierung) und kriteriengeleitete Diskussion der Modellierungen [ggf. 6] Reflexion des Zusammenspiels der verschiedenen Ebenen der Genregulation bei Eukaryoten unter Bezügen zu den Basiskonzepten Stoff- und Energieumwandlung sowie Steuerung und Regelung	

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt3.html	Das Unterrichtsmaterial „GENial einfach!“ wurde in Abstimmung mit Wissenschaftlern des Nationalen Genomforschungsnetzes (NGFN) sowie Didaktikern und Lehrkräften erstellt. Zu jedem Modul gibt es Arbeitsblätter mit Abbildungen und Aufgaben. Die Druckvorlagen der Arbeitsblätter sind komplett gestaltet. Jedes Modul schließt mit einer gestalteten Lernkontrolle – ebenfalls als PDF-Datei – ab.
2	http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt4.html	
3	http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt5.html	
4	https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/UnterrichtSekII/nawi_allg/biologie	IQB-Seite mit Lernaufgaben: Aufgabe „DNA-Modelle“ bietet Material zur Erkenntnisgewinnungskompetenz in Bezug auf verschiedene Modelldarstellungen zur DNA
5	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6078	Am Beispiel der Ouabain-Resistenz beim Monarchfalter sind in diesem Zusatzmaterial Sachinformationen für Lehrkräfte, Aufgaben- und Lösungsvorschläge für Schülerinnen und Schüler für GK und LK zusammengestellt. Für den Einsatz im LK wird darauf aufbauend eine Anwendung der PCR zur Untersuchung von Mutationen und zur Analyse von artspezifischen Exon-Intron-Strukturen vorgestellt.
6	https://www.youtube.com/watch?v=xshPL5hUOKg&t=104s	Max-Planck-Video Epigenetik

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

UV GK-G2: Humangenetik und Gentherapie

Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Zeitbedarf: ca. 8 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Fachschaftsinterne Absprachen

Inhaltliche Schwerpunkte:

Molekulargenetische Grundlagen des Lebens

Beiträge zu den Basiskonzepten:

Information und Kommunikation:

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)	
---	--

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

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

UV GK E1: Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie

Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Zeitbedarf: ca. 13 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Fachschaftsinterne Absprachen

ggf. Zoobesuch

Inhaltliche Schwerpunkte:

Entstehung und Entwicklung des Lebens

Beiträge zu den Basiskonzepten:

Individuelle und evolutive Entwicklung:

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

Biologische Sachverhalte betrachten (S)
 Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
 Informationen aufbereiten (K)

<p>• Sequenzierung: <i>Leitfragen</i> Inhaltliche Aspekte</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p>Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden</p>	<p>Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</p>
<p>Wie lassen sich Veränderungen im Genpool von Populationen erklären? (ca. 5 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> Synthetische Evolutionstheorie: Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift <p>Welche Bedeutung hat die reproduktive Fitness für die Entwicklung von Anpasstheiten? (ca. 2 Ustd.)</p> <p>Wie kann die Entwicklung von angepassten</p>	<ul style="list-style-type: none"> begründen die Veränderungen im Genpool einer Population mit der Wirkung der Evolutionsfaktoren (S2, S5, S6, K7). erläutern die Anpasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8). 	<p><i>Kontext:</i> Schnabelgrößen bei Populationen von Vögeln (z. B. beim Mittleren Grundfink oder Purpurastrilden) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Formulierung von Fragen zur Entwicklung der Merkmalsverteilung bei den Schnabelgrößen und Ableitung von Hypothesen zu den möglichen Ursachen Erklärung der Variation durch Mutation und Rekombination und der Verschiebung der Merkmalsverteilung in der Population durch Selektion Analyse der Bedeutung von Zufallsereignissen wie Gendrift und ihrem Einfluss auf die Allelvielfalt von Populationen Erläuterung der Zusammenhänge zwischen den Veränderungen von Merkmalsverteilungen auf phänotypischer Ebene und den Verschiebungen von Allelfrequenzen auf genetischer Ebene unter Berücksichtigung ultimer und proximaler Ursachen und der Vermeidung finaler Begründungen <p><i>Kontext:</i> Abtransport leerer Eierschalen in Lachmöwenkolonien (TINBERGEN-Experiment) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Formulierung von Fragen zur Entwicklung des Verhaltens in Lachmöwen-Kolonien und Ableitung von Hypothesen unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse [1] Erläuterung des adaptiven Wertes von Verhalten unter Einbezug der 	<ul style="list-style-type: none">

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

<ul style="list-style-type: none"> • Sequenzierung: <i>Leitfragen</i> Inhaltliche Aspekte 	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
		<ul style="list-style-type: none"> • Zusammenfassung der Erklärungsansätze für evolutive Prozesse auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung der Fachsprache 	

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

UV GK-E2: Stammbäume und Verwandtschaft

Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Fachschaftsinterne Absprachen

Inhaltliche Schwerpunkte:

Entstehung und Entwicklung des Lebens

Beiträge zu den Basiskonzepten:

Individuelle und evolutive Entwicklung:

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
 Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)
 Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)
 Informationen aufbereiten (K)

<p>Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p>Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden</p>	<p>Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</p>
<p>Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen? (ca. 4 Ustd.)</p> <p>Stammbäume und Verwandtschaft: Artbildung, Biodiversität, populationsgenetischer Artbegriff, Isolation</p> <p>Welche molekularen Merkmale deuten auf eine phylogenetische Verwandtschaft hin? (ca. 3 Ustd.)</p>	<p>erklären Prozesse des Artwandels und der Artbildung mithilfe der Synthetischen Evolutionstheorie (S4, S6, S7, E12, K6, K7)</p> <p>deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8).</p>	<p><i>Kontext:</i> Vielfalt der Finken auf den Galapagos-Inseln <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zur Evolution der Darwin-Finken unter Verwendung der Fachsprache Erläuterung der adaptiven Radiation der Finkenarten auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung des Konzepts der ökologischen Nische sowie der Vernetzung verschiedener Systemebenen Ableitung des morphologischen, biologischen und populationsgenetischen Artbegriffs und Anwendung auf Prozesse der allopatrischen und sympatrischen Artbildung Erläuterung der Bedeutung prä- und postzygotischer Isolationsmechanismen Reflexion der ultimativen und proximalen Ursachen für Artwandel und Artbildung und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der genutzten Modelle</p> <p><i>Kontext:</i> Universalhomologien und genetische Variabilität – ein Widerspruch? <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> Ableitung der molekularen Ähnlichkeiten aller Lebewesen auf DNA-,</p>	

Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>molekularbiologische Homologien, ursprüngliche und abgeleitete Merkmale</p> <p>Wie lässt sich die phylogenetische Verwandtschaft auf verschiedenen Ebenen ermitteln, darstellen und analysieren?</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p>analysieren phylogenetische Stammbäume im Hinblick auf die Verwandtschaft von Lebewesen und die Evolution von Genen (S4, E2, E10, E12, K9, K11).</p>	<p>RNA- und Proteinebene sowie in Bezug auf grundsätzliche Übereinstimmungen bei der Proteinbiosynthese</p> <p>Deutung molekularbiologischer Homologien bei konservierten Genen einerseits und sehr variablen Genen andererseits bei Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen</p> <p>Ableitung phylogenetischer Verwandtschaften auf Basis des Sparsamkeitsprinzips und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen</p> <p><i>Kontext:</i></p> <p>Ein ausgestorbenes Säugetier mit ungewöhnlichen Merkmalen: Macrauchenia</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <p>Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zur Verwandtschaft von Macrauchenia mit rezenten Wirbeltieren bzw. Huftieren auf der Basis morphologischer Vergleiche [1]</p> <p>Deutung der molekularen Ähnlichkeiten des Kollagens und Analyse des phylogenetischen Stammbaums unter Berücksichtigung möglicher Fehlerquellen</p> <p>Erläuterung der Verwendung morphologischer und molekularer Daten zur Erstellung von Stammbäumen und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen</p> <p><i>Kontext:</i></p> <p>Vielfalt einer Genfamilie (z. B. Hämoglobin-Gene)</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <p>Darstellung der molekularen Ähnlichkeiten auf DNA- und Proteinebene</p> <p>Erklärung der Entstehung einer Genfamilie ausgehend von Genduplikationen und unabhängiger Entwicklung der einzelnen Genvarianten</p> <p>Diskussion der Evolution von Genfamilien anhand von Gen-Stammbäumen und Abgrenzung zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen</p>	

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

Weiterführende Materialien:

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

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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

12 Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Leistungskurs)

UV LK-N1: Informationsübertragung durch Nervenzellen Inhaltsfeld 2: Neurobiologie Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	Fachschaftsinterne Absprachen <ul style="list-style-type: none"> Erstellung von Erklärfilmen zur Synapse?
Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlagen der Informationsverarbeitung, Fachliche Verfahren: Potenzialmessungen, neurophysiologische Verfahren	Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Transmitter und Rezeptorprotein
Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: <ul style="list-style-type: none"> Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) 	Stoff- und Energieumwandlung: Energiebedarf des neuronalen Systems
	Steuerung und Regelung: Positive Rückkopplung bei der Entstehung von Aktionspotenzialen
	Individuelle und evolutive Entwicklung: Zelldifferenzierung am Beispiel der Myelinisierung von Axonen bei Wirbeltieren

Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
Wie ermöglicht die Struktur eines Neurons die Aufnahme und Weitergabe von Informationen?	<ul style="list-style-type: none"> erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12). 	Kontext: Wie beeinflusst der Aufbau eines Neurons seine Funktion? (→ SI, → EF) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> Skizzieren und Beschreiben einer typischen Nervenelle Vorstellung der strukturellen Merkmale einer Nervenzelle im Gegensatz zu den bisher bekannten Zelltypen (→ EF), hinsichtlich der Gliederung in Dendriten, Soma, Axon	SuS knüpfen an Vorwissen aus der Sekundarstufe I und der EF an und erweitern und

<ul style="list-style-type: none"> • Bau und Funktionen von Nervenzellen: Erregungsleitung 	<ul style="list-style-type: none"> • vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an (S6, E1–3). 	<p>korrekte Verwendung der Fachsprache</p> <p>Beschreibung einer Versuchsanordnung zur Untersuchung von Potenzialänderungen an Neuronen</p> <p>begründete Zuordnung von molekularen Vorgängen an der Axonmembran zu den passenden Kurven-Diagrammen (Potenzialmessung) [4, 5] oder Markt Biologie Oberstufe Arbeitsheft 2018, 28.4. „Aktionspotenziale zeigen einen charakteristischen Verlauf des Membranpotentials“</p> <p>interaktiven Simulation, um das Aktionspotenzial zu erforschen oder zu beeinflussen. PhET-Simulation: Stimulation eines Neurons: https://phet.colorado.edu/de/simulations/neuron</p> <p>Auswertung eines Experiments zur Erforschung oder Beeinflussung des Aktionspotenzials, z. B. durch Blockade der spannungsgesteuerten Ionenkanäle Z.B. Biosphäre SII Gesamtband 2020, S. Wirkung von Tetrodotoxin des Kugelfischs Fugu</p> <p>ggf. Vertiefung der Kenntnisse zur Informationsweiterleitung durch Bearbeitung der IQB-Aufgabe Schmerzen [6]</p> <p><i>Kontext:</i></p> <p>Vergleich von sofortigem und langsam einsetzendem Schmerz</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <p>Beschreibung des Phänomens der unterschiedlich schnellen Schmerzwahrnehmung, Aufstellen einer Forschungsfrage und Hypothesenbildung [7]</p> <p>modellgestützte Erarbeitung der beiden Erregungsleitungstypen und tabellarische Gegenüberstellung von schnellen Aδ-Fasern und langsameren C-Fasern [8]</p> <p>Erarbeitung der zwei grundsätzlichen Möglichkeiten einer Steigerung der Weiterleitungsgeschwindigkeit, z. B. anhand einer Datentabelle: Erhöhung des Axondurchmessers (Bsp. <i>Loligo vulgaris</i>) oder Myelinisierung z.B. Biologie heute SII Gesamtband 2022 AB „Kommunikation in biologischen Systemen, M2“</p> <p>fakultativ: Ableitung ultimativer Ursachen für schnelle und langsame Erregungsleitung bei Wirbeltieren</p>	<p>Modell der Erregungsleitung bietet die Möglichkeit zur Modellkritik in Bezug auf die Lokalisation des Aktionspotentials.</p>
<p>Wie kann eine Störung des neuronalen Systems die Informationsweitergabe beeinflussen? (ca. 2</p>	<ul style="list-style-type: none"> • analysieren die Folgen einer neuronalen Störung aus individueller und gesellschaftlicher Perspektive (S3, K1–4, B2, B6). 	<p><i>Kontext:</i></p> <p>Multiple Sklerose als Beispiel für eine neurodegenerative Erkrankung</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <p>Erarbeitung des Krankheitsbildes: Autoimmunerkrankung, bei der die</p>	

Ustd.) Störungen des neuronalen Systems		Myelinscheiden im ZNS zerstört werden [9] Analyse der Folgen einer neurodegenerativen Erkrankung für Individuum und Gesellschaft (B2, B6)	
Wie werden Reize aufgenommen und zu Signalen umgewandelt? (ca. 4 Ustd.) Bau und Funktionen von Nervenzellen: primäre und sekundäre Sinneszelle, Rezeptorpotenzial	<ul style="list-style-type: none"> erläutern das Prinzip der Signaltransduktion bei primären und sekundären Sinneszellen (S2, K6, K10). 	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 Zusammenhänge zwischen Reizstärke, Rezeptorpotenzial und Frequenz der Aktionspotenziale	

Weiterführende Materialien:

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

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
9	https://www.dasgehirn.info/krankheiten/multiple-sklerose/multiple-sklerose	Informationsfilm zur Erarbeitung des Krankheitsbildes von MS

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

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

<i>Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte</i>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz

Wie erfolgt die Informationsweitergabe zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese beeinflusst werden?

(ca. 8 Ustd.)

- Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse
- Verrechnung: Funktion einer hemmenden Synapse, räumliche und zeitliche Summation
- Stoffeinwirkung an Synapsen

- erklären die Erregungsübertragung an einer Synapse und erläutern die Auswirkungen exogener Substanzen (S1, S6, E12, K9, B1, B6).
- erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge und stellen die Anwendung eines zugehörigen neurophysiologischen Verfahrens dar (S3, E14).
- erläutern die Bedeutung der Verrechnung von Potenzialen für die Erregungsleitung (S2, K11).
- nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9).

Kontext:

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 [1]** oder Erstellung eines **Stop-Motion-Films** <https://digilep.schule/unterrichtskonzepte/lernen-mit-videos/erregungsweiterleitung-synaptischer-spalt/>

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 [6]; oder **arbeitsteilige Gruppenarbeit** mit **Unterrichtsmaterialien Biologie Sek II Stark-Verlag, S. 625 „Synapsengifte“**, 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 [2])

Auswertung von Potenzialdarstellungen hinsichtlich der Verrechnung von Potenzialen [3,4]

Arbeitsblatt zu den verschiedenen Potentialarten:

Arbeitsblatt mit Übungsaufgaben zur neuronalen Verrechnung unter Berücksichtigung von EPSP und IPSP, **z.B. Biologie heute SII Gesamtband 2022, S. 312, S.313 Material B, AB „Experimente zur Summation“**

Anwendung der Hemmung am Beispiel der Linderung des Juckreizes durch Kratzen [5]

Kontext:

Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung

zentrale Unterrichtssituationen:

Vorstellung der Wirkungsweise des Cannabinoids THC

Überwachungskompeten:

Arbeitskonzept für ein Vorhaben entwickeln und in Teilschritte zergliedern
Zeitmanagement überprüfen

Kooperationskompetenz

Kooperative Lernformen nutzen

Arbeitsergebnisse aufbereiten und präsentieren:

Projektergebnisse anhand eines Films (Erklärfilm, Stop-Motion-Film) adressatengerecht vorstellen (MKR 1.2 (digitale Wrrkzeuge bedienen und anwenden) und 4.2 (Produzieren und Präsentieren) , K9, K11)

		<p>Hinweis: Da die konkretisierte Kompetenzerwartung dem Kompetenzbereich Bewertung zugeordnet ist, soll auf eine detaillierte Darstellung der molekularen Wirkungsweise von Cannabis verzichtet werden. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellungnahme.</p> <p>Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können [7, 8, 9]</p> <p>Hinweis: Neben den übergeordneten Kompetenzerwartungen B5–9 bietet es sich hier an, [13], ggf. weitere Bewertungskompetenzen in den Blick zu nehmen.</p>	
<p>Wie kann Lernen auf neuronaler Ebene erklärt werden? (ca. 4 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> Zelluläre Prozesse des Lernens 	<ul style="list-style-type: none"> erläutern die synaptische Plastizität auf der zellulären Ebene und leiten ihre Bedeutung für den Prozess des Lernens ab (S2, S6, E12, K1). 	<p><i>Kontext:</i></p> <p>Lernen verändert das Gehirn</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <p>Erarbeitung der synaptischen Plastizität auf zellulärer Ebene als aktivitätsabhängige Änderung der Stärke der synaptischen Übertragung (S6, E12, K1) [10]</p> <p>Erläuterung der Modellvorstellung vom Lernen durch Plastizität des neuronalen Netzwerks (Bahnung) und Ableitung von Strategien für den eigenen Lernprozess: Strukturierung und Kontextualisierung, Wiederholung, Nutzung verschiedener Eingangskanäle (multisensorisch, v.a. Visualisierung), Belohnung [11]</p> <p>ggf. Planung und Durchführung von Lernexperimenten (Zusammenhang zwischen Wiederholung und Lernerfolg, Einfluss von Ablenkung auf erfolgreiches Lernen)</p> <p>ggf. Analyse der eigenen Einstellung zum Lernen bzw. zum Lerngegenstand, hier auch kritische Reflexion von geschlechterspezifischen Stereotypen möglich</p>	
<p>Wie wirken neuronales System und Hormonsystem bei der Stressreaktion zusammen? (ca. 2 Ustd.)</p> <p>Hormone: Hormonwirkung, Verschränkung hormoneller und</p>	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Verschränkung von hormoneller und neuronaler Steuerung am Beispiel der Stressreaktion (S2, S6). 	<p><i>Kontext:</i></p> <p>Körperliche Reaktionen auf Schulstress</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <p>Reaktivierung von Wissen zu Hormonen (→ Sek I)</p> <p>Erarbeitung der wesentlichen Merkmale des hormonellen Systems beim Menschen</p> <p>Vergleich der Unterschiede zwischen dem neuronalen und dem hormonellen System und Ableitung der Verschränkung beider Systeme [12]</p> <p>ggf. Vertiefung durch Recherche der Bedeutung von Eustress oder der</p>	

neuronaler Steuerung		Bedeutung von Entspannungsphasen z. B. in Prüfungszeiten	
----------------------	--	--	--

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5369	Arbeitsmaterial zur Funktionsweise einer chemischen Synapse
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6083	Zusatzmaterial „Modell zur neuronalen Verrechnung“
3	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5452	Arbeitsmaterial „Neuronale Informationsverarbeitung“
4	https://asset.klett.de/assets/3df4d75/Neuronale-Verschaltung.pdf	Arbeitsblatt zur neuronalen Verschaltung und Verrechnung
5	https://www.spektrum.de/frage/warum-hilft-kratzen-gegen-jucken/1288571	Informationen zur Wirkung von Schmerzreizen auf Juckreiz
6	https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getTaskFile?id=p01^giftcocktailmeeresschnecke^f21794	IQB-Aufgabe „Giftcocktail von Meeresschnecken“
7	https://www.ndr.de/ratgeber/gesundheit/Cannabis-Wirksames-Medikament-bei-chronischen-Schmerzen,cannabis212.html	Informationen und kurzer Film zu Cannabis in der Schmerztherapie
8	https://www.kssg.ch/schmerzzentrum/fuer-patienten-besucher/faq-cannabis-der-schmerztherapie	FAQ des Kantonsspitals St. Gallen zur Schmerztherapie mit Cannabis
9	https://www.bfarm.de/SharedDocs/Downloads/DE/Bundesopiumstelle/Cannabis/Vortrag_Cannabis_Begleiterhebung.pdf?__blob=publicationFile	Hintergrundinformationen zu Cannabis als Medizin aus der Begleiterhebung zum Gesetz von 2017
10	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5862	Unterrichtsreihe „Plastizität und Lernen“ (SINUS), hieraus einzelne Materialien
11	https://www.max-wissen.de/max-media/synaptische-plastizitaet-wie-synapsen-funken-max-planck-cinema/	Link zu einem Informationsvideo und weiterführende Materialhinweise
12	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6084	Zusatzmaterial „Hormon- und Nervensystem“
13	https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getPoolFile?id=p01^pf21740	Erläuterungen des IQB zum Kompetenzbereich Bewertung

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

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

<p>Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p>Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden</p>	<p>Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</p>
--	--	---	--

<p>Wie wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in nutzbare Energie um? (ca. 6 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energieumwandlung • Energieentwertung • Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel • ATP-ADP-System • Stofftransport zwischen den Kompartimenten • Chemiosmotische ATP-Bildung 	<ul style="list-style-type: none"> • vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11). 	<p>Kontext: Leben und Energie - Lebensvorgänge in Zellen können nur mit Energiezufuhr ablaufen.</p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung des Vorwissens zur Energieumwandlung in lebenden Systemen (\rightarrowEF), insbesondere: Zusammenhang von abbauendem und aufbauendem Stoffwechsel, energetische Kopplung von Reaktionen, Bedeutung der Moleküle $\text{NADH}+\text{H}^+$ und ATP • Erarbeitung des Modells eines technischen Kraftwerks (z.B. Pumpspeicherkraftwerk) zur Verdeutlichung der Energieumwandlung, dabei Aktivierung von Vorwissen zum Energieerhaltungssatz (\rightarrowPhysik Sek I) [1] • Erarbeitung der Funktionsweise des Transmembranproteins ATP-Synthase in lebenden Systemen [1] • Übertragung der Modellvorstellung des Pumpspeicherkraftwerkes auf die Zelle: Die elektrische Energie entspricht der chemischen Energie des ATP, die Turbine entspricht der ATP-Synthase. Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen von Modellen (E12) [2] • Vernetzung und Ausblick: Benennung der Mitochondrien und Chloroplasten als Orte der membranbasierten Energieumwandlung in eukaryotischen Zellen. Aufstellen von Vermutungen zur Energiequelle für die Aufrechterhaltung des Protonengradienten in Chloroplasten (Lichtenergie) und Mitochondrien (chemische Energie aus der Oxidation von Nährstoffen) 	
---	---	--	--

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

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

<p>Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p>Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden</p>	<p>Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</p>
---	--	---	--

<p>Wie kann die Zelle durch den schrittweisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen? (ca. 8 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Feinbau Mitochondrium • Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäurezyklus und Atmungskette • Energetisches Modell der Atmungskette • Redoxreaktionen 	<ul style="list-style-type: none"> • stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9). • vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11). 	<p><i>Kontext:</i> Keine Power ohne Nahrung – Bei heterotrophen Organismen ist die ATP-Synthese an die Oxidation von Nährstoffmolekülen gekoppelt. [1]</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung des Vorwissens zum Feinbau von Mitochondrien und Skizze eines Schaubildes mit den wesentlichen Schritten der Zellatmung und deren Verortung in Zellkompartimenten, sukzessive Ergänzung des Schaubildes im Verlauf des Unterrichts (K9) • Ggf. Verbrennen eines Zuckerwürfels zur Veranschaulichung der Oxidation von Glucose. • Beschreibung der Glykolyse als ersten Schritt des Glucoseabbaus, dabei Fokussierung auf die Entstehung von Energie- und Reduktionsäquivalenten sowie die Oxidation zu Pyruvat als Endprodukt der Glykolyse • Beschreibung des oxidativen Abbaus von Pyruvat zu Kohlenstoffdioxid in den Mitochondrien durch oxidative Decarboxylierung und die Prozesse im Tricarbonsäurezyklus, dabei Fokussierung auf die Reaktionen, in denen Reduktionsäquivalente und ATP gebildet werden • Vervollständigung des Schaubilds und Aufstellen einer Gesamtbilanz der Zellatmung aus den ersten drei Schritten und Abgleich mit der Bruttogleichung der Zellatmung Hinweis: Strukturformeln der Zwischenprodukte müssen nicht reproduziert werden können. <p><i>Kontext:</i> Knallgasreaktion in den Mitochondrien?</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Demonstration der stark exergonischen Knallgasreaktion (ggf. Video) und Aufstellung der Reaktionsgleichung, Hypothesenbildung zum Ablauf der analogen Reaktion in den Mitochondrien • Vertiefung des Feinbaus von Mitochondrien bezüglich der Proteinausstattung der inneren Mitochondrienmembran • Veranschaulichung der Redoxreaktionen und des Gefälles der Redoxpotenziale in einem energetischen Modell der Atmungskette (E12) • Analyse der Bedeutung der Verfügbarkeit von Sauerstoff als Endakzeptor der Elektronen und $\text{NADH}+\text{H}^+$ als Elektronendonator zur Aufrechterhaltung des Protonengradienten • Vervollständigung des Schaubilds und Aufstellen einer Gesamtbilanz der Zellatmung (K9) • fakultative Vertiefung weiterer kataboler Reaktionswege, die für den Energiestoffwechsel relevant sind: Oxidation anderer Nährstoffe sowie Abbau eigener Körpersubstanz, Tricarbonsäurezyklus als Stoffwechseldrehscheibe 	<ul style="list-style-type: none"> •
---	--	--	---

<p>Welche Bedeutung haben Gärungsprozesse für die Energiegewinnung? (ca. 2 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> Alkoholische Gärung und Milchsäuregärung 	<ul style="list-style-type: none"> stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben und anaeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9), 	<p><i>Kontext:</i> PASTEUR-Effekt: Höherer Glucoseverbrauch von Hefezellen unter anaeroben Bedingungen</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Problematisierung der Auswirkungen von Sauerstoffmangel auf die Glykolyse: Regeneration des NAD⁺ bleibt aus (fehlender Endakzeptor für Elektronen in der Atmungskette) Erläuterung der Stoffwechselreaktionen der alkoholischen Gärung und Milchsäuregärung und deren Bedeutung für die Regeneration von NAD⁺ Verwendung geeigneter Darstellungsformen für den stofflichen und energetischen Vergleich der behandelten Stoffwechselwege (K9) <p>ggf. Vertiefung: Vergleich der Prozesse bei fakultativen und obligaten Anaerobiern</p>	
<p>Wie beeinflussen Nahrungsergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel? (ca. 6 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> Stoffwechselregulation auf Enzymebene 	<ul style="list-style-type: none"> erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels (S7, E1–4, E11, E12). nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1–4, B5, B7, B9). 	<p><i>Kontext:</i> Mikronährstoffpräparate beim Sport – Lifestyle oder notwendige Ergänzung?</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <p>Reaktivierung des Vorwissens zu enzymatischen Reaktionen und der Enzymregulation durch Aktivatoren und Inhibitoren unter Verwendung einfache, modellhafter Abbildungen (→EF) z.B. Biologie heute SII Gesamtband 2022, S.90/91, „Hemmung von Enzymen“</p> <p>Anwendung des Konzepts der enzymatischen Regulation auf ausgewählte enzymatische Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels (z.B. Feedbackhemmung der Phosphofruktokinase) (E12)</p> <p>Reaktivierung der Kenntnisse zu Cofaktoren am Beispiel von Mineralstoff- oder Vitaminpräparaten als Nahrungsergänzungsmittel (NEM) [2, 3], z.B. Biologie heute SII Gesamtband 2022, S.84/85, „Cofaktoren und Coenzyme“, Gruppenpuzzle zum Thema „Nahrungsergänzungsmittel und Zellatmung“ (-> siehe Datei)</p> <p>angeleitete Recherche zu NEM beim Sport, hierbei besondere Fokussierung auf Quellenherkunft und Intention der Autoren (K4) [4]</p> <p>Bewertungsprozess: Abwägung von Handlungsoptionen und kriteriengeleitete Meinungsbildung sowie Entscheidungsfindung (B9) [5]</p>	<p>(MKR 2.3 Informationsbewertung und 2.4 Informationskritik)</p> <p>Einblick in die Arbeit der Verbraucherzentrale</p>

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

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

<p>Sequenzierung: <i>Leitfragen</i> Inhaltliche Aspekte</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p>Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden</p>	<p>Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</p>
--	--	---	--

Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von Pflanzen abhängig? (ca. 4 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren 	<ul style="list-style-type: none"> analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11). 	<p><i>Kontext:</i> Solarenergie sichert unsere Ernährung – Pflanzen sind Selbstversorger und Primärproduzenten</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> Reaktivierung der Bruttogleichung der Fotosynthese (→ Sek I) und Beschreibung der Stärke- und Sauerstoffproduktion als ein Maß für die Fotosyntheseaktivität. Messung der Sauerstoffproduktion bei der Wasserpest, z. B. mithilfe einer Farbreaktion [1] -> (Entfärbung von Indigokarmin durch die Fotosyntheseaktivität der Wasserpest in Abhängigkeit von der Beleuchtungsstärke (z. B. Tageslicht und OHP-Beleuchtung)) oder bei Efeu [2], und/ oder Bläschenzählmethode mit der Wasserpest (Elodea canadensis) zur Sauerstoffentwicklung in Abhängigkeit vom Licht, Temperatur, CO₂-Gehalt, dabei Variation der äußeren Faktoren und Berücksichtigung der Variablenkontrolle (E6) (Alternative: Lehrfilm zur Fotosynthese bei YouTube) Auswertung der Ergebnisse, Abgleich mit Literaturwerten und Rückbezug auf Hypothesen (E 9–11)</p>	<p>Um optimale Versuchsergebnisse zu erhalten, muss frisches Pflanzenmaterial verwendet werden. Dies gilt insbesondere für die Wasserpflanzen.</p> <p>Die Bläschenzählmethode weist nicht nach, dass es sich um Sauerstoff handelt, sondern zeigt lediglich eine Gasbildung. Deshalb ist ein weiterer eindeutiger Versuch zur Bestimmung des Gases wichtig (Indigokarmin).</p>
<p>Welche Blattstrukturen sind für die Fotosynthese von Bedeutung? (ca. 4 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> Funktionale Anpassungen: Blattaufbau 	<ul style="list-style-type: none"> erklären funktionale Anpassungen an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4, S5, S6, E3, K6–8). 	<p><i>Kontext:</i> Stärkenachweis in panaschierten Blättern – die Fotosynthese findet nur in grünen Pflanzenteilen statt</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> 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</p>	<p>Die SuS untersuchen die Stomatabewegung unter verschiedenen Filtern; sie schulen ihre Fähigkeiten in der Auswertung mikroskopischer</p>

Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Welche Funktionen haben Fotosynthesepigmente?</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Funktionale Anpassungen: <ul style="list-style-type: none"> Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, Lichtsammelkomplex, Feinbau Chloroplast • Chromatografie 	<ul style="list-style-type: none"> • erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13). 	<p>Hypothesenbildung zur Regulation des Gasaustausches und der Transpiration durch Schließzellen [3], -> Untersuchungsmaterial: Blattober und -unterseite vom Flammenden Käthchen (Kalanchoe blossfeldiana), Abbildungen zu Stomata, z. B. REM-Aufnahmen</p> <p>Mikroskopieren von Blattquerschnitten von Sonnen- und Schattenblättern (Dauerpräparate in der Biologiesammlung!), Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zu Anpassungen von Sonnen- und Schattenblättern (E3), Auswertung von Daten zur Fotosyntheserate</p> <p>Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zu Anpassungen von Sonnen- und Schattenblättern (E3), Auswertung von Daten zur Fotosyntheserate</p> <p>ggf. Korrektur finaler Erklärungen der Anpassungen (K7)</p> <p>Reflexion des Erkenntnisgewinnungsprozesses (z.B. Einsatz analytischer Verfahren, historischer Experimente und Modelle) (E13)</p> <p><i>Kontext:</i></p> <p>Der ENGELMANN-Versuch- Die Fotosyntheseleistung ist abhängig von der Wellenlänge des Lichts.</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Auswertung des ENGELMANN-Versuchs und Erklärung des ungleichmäßigen Bakterienwachstums entlang der fädigen Alge [4] <p>Herstellen eines Zusammenhangs zwischen dem Absorptionsspektrum einer Rohchlorophylllösung und dem Wirkungsspektrum der Fotosynthese</p> <p>Grafische Darstellung zu Absorptionsspektren von Chlorophyll a, Chlorophyll b und Carotinoiden</p> <p>Sachgemäße Durchführung der DC-Chromatografie und Identifikation der Pigmente [5] (E4)</p> <p>Wiederholung des Feinbaus eines Chloroplasten und Verortung der Pigmente in der Thylakoidmembran</p> <p>Beschreibung des Aufbaus der Reaktionszentren in der Thylakoidmembran von Chloroplasten</p>	<p>Fotos.</p> <p>Die SuS erstellen auf diese Grundlage eine Tabelle für einen kriteriengeleiteten Vergleich von Licht- und Schattenpflanze (Aspekte: u. a. Blattdicke und -größe, Blattmasse, Farbe, unterschiedliche Blattgewebe)</p> <p>Die Trennung der verschiedenen Blattfarbstoffe kann mithilfe von getrockneter Tafelkreide oder Papierchromatographie erfolgen.</p>

Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Wie erfolgt die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie? (ca. 12 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chemiosmotische ATP-Bildung • Energetisches Modell der Lichtreaktionen • Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen, • Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration • Tracer-Methode • Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel 	<ul style="list-style-type: none"> • vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11). • erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der Fotosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht (S2, S7, E2, K9). • werten durch die Anwendung von Tracermethoden erhaltene Befunde zum Ablauf mehrstufiger Reaktionswege aus (S2, E9, E10, E15). 	<p>Erläuterung der Funktionsweise von Lichtsammelkomplexen und ihrer Organisation zu Fotosystemen unter Verwendung von Modellen Reflexion des Erkenntnisgewinnungsprozesses (z.B. Einsatz analytischer Verfahren, historischer Experimente und Modelle) (E13)</p> <p><i>Kontext:</i> Chloroplasten als Lichtwandler – Wie erfolgt die Synthese von Glucose mit Hilfe von Sonnenlicht?</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> 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) Entwicklung einer vereinfachten Darstellung der Lichtreaktion in einem energetischen Modell, welche den Energietransfer in den beiden Fotosystemen, die Fotolyse des Wassers, den Elektronentransport über Redoxsysteme mit Redoxpotenzialgefälle und die Bildung von NADPH+ H⁺ berücksichtigt (K11) [6] Vergleich des membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in der Atmungskette und der Primärreaktion (E12) (→UV 2) Erläuterung der Teilschritte des CALVIN-Zyklus, dabei Fokussierung auf die Kohlenstoffdioxidfixierung durch das Enzym Rubisco, das Recyclingprinzip von Energie- und Reduktionsäquivalenten sowie auf die Bedeutung zyklischer Prozesse Erläuterung des Tracer- Experiments von CALVIN und BENSON zur Aufklärung der Synthesereaktion und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen der gewonnenen Erkenntnisse (E10, E15) Vervollständigung des Übersichtsschemas zur Veranschaulichung des</p>	<p>Die Begriffswendung „lichtunabhängige Reaktion“ ist nicht zutreffend, da auch die Synthesereaktion von Licht abhängig ist.</p>

Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
		<p>stofflichen und energetischen Zusammenhangs der Teilreaktionen</p> <p>Arbeitsblatt zu den Experimenten von HILL</p> <p>Darstellung des Zusammenwirkens von Chloroplasten und Mitochondrien in einer Pflanzenzelle für die Aufrechterhaltung der Lebensvorgänge in einer Pflanzenzelle</p>	

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

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

<p>Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p>Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden</p>	<p>Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</p>
---	---	--	---

Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Welche morphologischen und physiologischen Anpassungen ermöglichen eine effektive Fotosynthese an heißen und trockenen Standorten? (ca. 4 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Funktionale Anpassungen: Blattaufbau • C₄-Pflanzen • Stofftransport zwischen Kompartimenten <p>Inwiefern können die Erkenntnisse aus der Fotosyntheseforschung zur Lösung der weltweiten CO₂-Problematik beitragen? (ca. 4 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen 	<ul style="list-style-type: none"> • vergleichen die Sekundärvorgänge bei C₃- und C₄- Pflanzen und erklären diese mit der Anpasstheit an unterschiedliche Standortfaktoren (S1, S5, S7, K7), • beurteilen und bewerten multiperspektivisch Zielsetzungen einer biotechnologisch optimierten Fotosynthese im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung (E17, K2, K13, B2, B7, B12) 	<p><i>Kontext:</i> Verhungern oder Verdursten? – Anpasstheiten bei Mais und Hirse</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> Erläuterung der Standortfaktoren von C₄-Pflanzen, Hypothesenbildung zu Anpasstheiten, auch unter Berücksichtigung der höheren FS-Leistung Identifizierung der anatomischen Unterschiede im schematischen Blattquerschnitt von C₃- und C₄-Pflanzen und Beschreibung der physiologischen Unterschiede Erläuterung der höheren Fotosyntheseleistung der C₄-Pflanzen an warmen, trockenen Standorten, dabei Fokussierung auf die unterschiedliche CO₂-Affinität der Enzyme PEP-Carboxylase und Rubisco fakultativ: Vergleich verschiedener Fotosyntheseformen inclusive CAM</p> <p><i>Kontext:</i> Künstliche Fotosynthese – eine Maßnahme gegen den Klimawandel?</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • angeleitete Recherche zu einem Entwicklungsprozess der künstlichen Fotosynthese mit den Zielen der Fixierung überschüssigen Kohlenstoffdioxids und 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 	<ul style="list-style-type: none"> •

Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
		Fragestellungen (B2) <ul style="list-style-type: none"> • Aufstellen von wertebasierten Bewertungskriterien innerfachlicher und gesellschaftlicher/ wirtschaftlicher Art (B7) • Bewertung der Zielsetzungen aus ökologischer, ökonomischer, politischer und sozialer Perspektive (B12) 	

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

UV LK-Ö1: Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	Fachschaftsinterne Absprachen Fakultative Exkursion
Inhaltliche Schwerpunkte: Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Fachliches Verfahren: Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal	Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion:

<p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <p>Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</p> <p>Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)</p> <p>Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)</p> <p>Informationen aufbereiten (K)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kompartimentierung in Ökosystemebenen <p>Steuerung und Regelung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Positive und negative Rückkopplung ermöglichen Toleranz <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anpassbarkeit an abiotische und biotische Faktoren
--	--

<p>Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p>Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden</p>	<p>Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</p>
<p>Welche Forschungsgebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Ökologie?</p> <p>(ca. 3 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem (S5–7, K8). 	<p><i>Kontext:</i></p> <p>Modellökosysteme, z.B. Flaschengarten oder Betrachtung eines realen Ökosystems z.B. Wald</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung des Vorwissens zu zentralen Begriffen der Ökologie (→ SI) • Darstellung des Wirkungsgefüges von Umweltfaktoren, Lebensvorgängen und Wechselbeziehungen von Lebewesen im gewählten Modellökosystem mit Hilfe einer Concept Map • Präsentation der Zusammenhänge unter Berücksichtigung kausaler Erklärungen und der Vernetzung von Systemebenen (S5–7, K8) • Präsentation zentraler Fragestellungen und Forschungsgebiete der Ökologie, die bei der Untersuchung des Zusammenwirkens von abiotischen und biotischen Faktoren im Verlauf der Unterrichtsvorhaben zur Ökologie eine Rolle spielen (Advance Organizer) • Optional: Exkursion in einen Laubwald: Zonierungsbeispiel am Laubwald mit Arbeitsaufträgen zu methodischen Fragestellungen u. a. Messung der Lichtintensitäten vor dem Wald und in den verschiedenen Zonen eines Laubwaldes, Ermittlung der Feuchtigkeit (qualitativ) und der Temperatur 	<p>Verbindliche Beschlüsse der Fachkonferenz?:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die SuS erstellen begleitend zu allen ökologischen Unterrichtsvorhaben ein fachwissenschaftliches Glossar. • Die Wald-Exkursion ist fakultativ.

Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Inwiefern bedingen abiotische Faktoren die Verbreitung von Lebewesen? (ca. 8 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven <p>Optional (nicht explizit im KLP für den LK genannt): <u>Tiergeographische Regeln</u> (Bergmann und Allen)</p>	<ul style="list-style-type: none"> untersuchen auf der Grundlage von Daten die physiologische und ökologische Potenz von Lebewesen (S7, E1-3, E9, E13). erläutern die Aussagekraft von <u>biologischen Regeln</u> (u.a. <u>tiergeographische Regeln</u>) und <u>grenzen diese von naturwissenschaftlichen Gesetzen</u> ab (E7, K4). 	<p><i>Kontext:</i> Eine Frage der Perspektive – Für Wüstenspringmäuse/ Dromedare ist die Wüste kein extremer Lebensraum</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Herstellung eines Zusammenhangs zwischen einer langfristigen standortspezifischen Verfügbarkeit / Intensität eines Umweltfaktors und den entsprechenden Anpasstheiten bei Tieren am Beispiel des Umweltfaktors Wasser Morphologische und physiologischen Anpasstheiten von Pflanzen an die Wasserverfügbarkeit, (ggf. Anfertigen mikroskopischer Schnitte von verschiedenen Blattyten (Meso-, Xero-, Hydro-,Hygrophyten) in arbeitsteiliger Gruppenarbeit oder Auswertung von Blattquerschnitten im <u>Schulbuch S. 367</u>) 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 <u>Optional: Modellversuche zur Bergmann'schen (mit Rundkolben) und Allenschen Regel (mit Kartoffeln). Erläuterung der Aussagekraft der tiergeographischen Regeln und Abgrenzung dieser von naturwissenschaftlichen Gesetzen</u> ab (E7, K4). 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) 	<ul style="list-style-type: none"> <p><u>Die SuS erstellen auf der Grundlage des Experimentes selbstständig ein Kurvendiagramm unter Berücksichtigung der Achsenzuordnung.</u></p>

Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Welche Auswirkungen hat die Konkurrenz um Ressourcen an realen Standorten auf die Verbreitung von Arten? (ca. 7 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz, • Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische Potenz • Ökologische Nische 	<ul style="list-style-type: none"> • analysieren die Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- und interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6–K8). • erläutern die ökologische Nische als Wirkungsgefüge (S4, S7, E17, K7, K8). 	<p><i>Kontext:</i> Vergleich der Standortbedingungen für ausgewählte Arten in Mono- und Mischkultur</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyse von Langzeitdaten zur Abundanz verschiedener Arten in Mischkultur im Freiland und Vergleich der Standortfaktoren mit in Laborversuchen erhobenen Standortpräferenzen (E9, E17) • Erläuterung des Konkurrenzbegriffs am Beispiel der intra- und der interspezifischen Konkurrenz, z. B. von Baumarten (Buch S. 369) oder Gräsern in Mono- und Mischkultur (S7) (Buch S. 369 Hohenheimer Grundwasserversuch) • Erklärung der ökologischen Potenz mit dem Zusammenwirken von physiologischer Toleranz und der Konkurrenzstärke um Ressourcen (E9, K6–8), • Material: Untersuchungen zum Zusammenleben verschiedener Arten unter dem Aspekt der interspezifischen Beziehungen (z.B. Experiment zu amerikanischen und rotbraunen Reismehlkäfern in Abhängigkeit von der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit oder zur Vermehrungsrate von Paramecienarten unter bestimmten Bedingungen) • Erläuterung des Konzepts der „ökologischen Nische“ als Wirkungsgefüge aller biotischen und abiotischen Faktoren, die das Überleben der Art ermöglichen (vertiefende Erarbeitung der Merkmale interspezifischer Beziehungen → UV 2 Ökologie) • Herausstellen der Mehrdimensionalität des Nischenmodells und der ultimativen Erklärung der Einnischung (K7, E17) 	<ul style="list-style-type: none"> • Die SuS leiten selbstständig eine Definition zu Konkurrenzvermeidung und zum Konkurrenzausschlussprinzip her.

Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden? (ca. 4 Ustd.) + Exkursion</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen, • Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal 	<ul style="list-style-type: none"> • bestimmen Arten in einem ausgewählten Areal und begründen ihr Vorkommen mit dort erfassten ökologischen Faktoren (E3, E4, E7–9, E15, K8). • analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14). 	<p><i>Kontext:</i> Ökosystem Fließgewässer? – Bestimmung der Gewässergüte eines Fließgewässers</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Informationen über das Ökosystem Fließgewässer (Gliederung, abiotische Umweltfaktoren, biotische Umweltfaktoren, Stoffspiralen) • Erfassung von Arten in einem schulnahen aquatischen Ökosystem (See, Strunde im Thielenbruch, Rhein) unter Verwendung eines Bestimmungsschlüssels (ggf. digital) und Bestimmung der biologischen Gewässergüte sowie der strukturellen Gewässergüte und vereinfachte Untersuchung der Wasserqualität (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 wirtschaftlicher Fließgewässernutzung (z.B. Begradigungen), Begründung von Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen von heimischen Flüssen/Bächen (K11–14) 	<ul style="list-style-type: none"> • Die Durchführung der Exkursion ist fakultativ! • Mit den Materialien im Buch S. 414-417 können gegebene Werte zur Gewässergüte ausgewertet werden • Die Sequenz kann auch am Ende des Inhaltsfeld Ökologie unterrichtet werden

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://landwirtschaft.hessen.de/sites/landwirtschaft.hessen.de/files/2021-10/unterrichtsmaterialien_-_ein_bach_ist_mehr_als_wasser.pdf	Unterrichtsmaterialien des HMULV zum Thema Ökologie und Schutz von Fließgewässern. Es werden Möglichkeiten des fächerverbindenden und projektorientierten Lernens zum Thema Ökologie und Schutz von Fließgewässern in der SEK I und II aufgezeigt. Neben ausführlichen Fachinformationen zur Fließgewässerökologie, zur Praxis der Gewässergütebewertung und des ganzheitlichen Gewässerschutzes sind Schülerarbeitsblätter mit ausführlichen didaktischen Erläuterungen enthalten.

Letzter Zugriff auf die URL: 13.01.2023

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

<p>Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p>Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden</p>	<p>Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</p>
<p>Welche grundlegenden Annahmen gibt es in der Ökologie über die Dynamik von</p>	<ul style="list-style-type: none"> • interpretieren grafische Darstellungen der Populationsdynamik unter idealisierten und realen Bedingungen auch unter Berücksichtigung von Fortpflanzungsstrategien (S5, E9, E10, 	<p><i>Kontext:</i></p> <p>Sukzession – wie verändern sich die Populationsdichte und -zusammensetzung an Altindustriestandorten? [1]</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyse der Bedingungen für exponentielles und logistisches 	

Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Populationen? (ca. 6 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Idealisierte Populationsentwicklung: exponentielles und logistisches Wachstum • Fortpflanzungsstrategien: r- und K-Strategien <p>In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar? (ca. 6 Ustd.) Interspezifische Beziehungen: Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen</p>	<p>E12, K9).</p> <ul style="list-style-type: none"> • analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6-K8). 	<p>Wachstum, Interpretation von grafischen Darstellungen unter idealisierten und realen Bedingungen (E9, E10)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erläuterung von dichtebegrenzenden Faktoren • Recherche der charakteristischen Merkmale von r- und K- Strategen und Analyse von grafischen Darstellungen der charakteristischen Populationsdynamik (K9), Bezug zur veränderten Biozönose in Sukzessionsstadien (z. B. überwiegend r-Strategen auf einer Industriebrache) • Kritische Reflexion der im Unterricht verwendeten vereinfachten Annahmen zur Populationsökologie (E12) <p><i>Kontext:</i> Gut vernetzt – Wechselwirkungen in Biozönosen <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung der charakteristischen Merkmale von Konkurrenz (→ UV1 Ökologie), Räuber-Beute-Beziehung, Parasitismus, Mutualismus und Symbiose an aussagekräftigen Beispielen. Ggf. arbeitsteilige Präsentationen (Gruppenpuzzle) zu den Wechselwirkungen unter Berücksichtigung der Fachsprache und der Unterscheidung von funktionalen und kausalen Erklärungen (K6, K8) • Analyse der Anpasstheiten ausgewählter interagierender Arten auf morphologischer und physiologischer Ebene, z. B. bei Symbiose oder Räuber-Beute (Buch S. 384 Abwehrmechanismen/Lockmechanismen) (K7) • Analyse von Daten zu Wechselwirkungen und Bildung von Hypothesen zur vorliegenden Beziehungsform [2], Reflexion der Datenerfassung (z. B. Diskrepanz zwischen Labor- und Freilandbedingungen, Methodik) (E9) • Interpretation grafischer Darstellungen von Räuber-Beute-Systemen und kritische Reflexion der Daten auch im Hinblick auf Bottom Up- oder Top Down-Kontrolle (E9) 	<p>Die SuS erfahren den Unterschied zwischen Regeln und Gesetzen über die Modellkritik an den Lotka-</p>

Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Wie können Aspekte der Nachhaltigkeit im Ökosystemmanagement verankert werden? (ca. 6 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität • Hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10). • analysieren Schwierigkeiten der Risikobewertung für hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt unter Berücksichtigung verschiedener Interessenslagen (E15, K10, K14, B1, B2, B5). 	<p><i>Kontext:</i> Pestizideinsatz in der Landwirtschaft <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyse eines Fallbeispiels zur chemischen Schädlingsbekämpfung mit Pestizideinsatz (K12) • 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) [3] • Bewertung von Handlungsoptionen im Sinne eines nachhaltigen Ökosystemmanagements und Diskussion von Handlungsoptionen als Privatverbraucher (K14) [4] • Angeleitete Recherche (z. B. auf den Seiten des Umweltbundesamtes [4]) zu den Auswirkungen hormonartig wirkender Pestizide auf Tiere und die Fruchtbarkeit des Menschen sowie der Anreicherung in Nahrungsketten (K10) • Nennung der Schwierigkeiten, die bei der Risikobewertung hormonartig wirkender Substanzen in der Umwelt auftreten und Diskussion der damit verbundenen Problematik eines Verbotsverfahrens (BfR Endokrine Disruptoren) (E15) • Analyse der Interessenslagen der involvierten Parteien (B1, B2) [5] 	<p>Volterra-Regeln.</p> <ul style="list-style-type: none"> •

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.researchgate.net/publication/323014486_Sukzessionsforschung_auf_Altindustriestandorten_-_Analyse_der_Monitoringergebnisse_im_Industriewaldprojekt	Umfassende Studienergebnisse mit aussagekräftigen Abbildungen und Datensätzen für den Unterricht. (ggf. URL in Browserzeile kopieren)
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6091	Abituraufgabe GK HT1 2021: Obst als Lebensraum Abituraufgabe GK HT3 2020: Interspezifische Beziehungen bei der Goldrute

3	https://www.leopoldina.org/uploads/tx_leopublication/2018_Diskussionspapier_Pflanzenschutzmittel.pdf	Diskussionspapier der Leopoldina mit umfangreichen Hintergrundinformationen
4	https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheits/umwelteinfluesse-auf-den-menschen/chemische-stoffe/umwelthormone#beeinflussung-des-hormonsystems	Informationsseite des Umweltbundesamtes zu Umwelthormonen
5	https://www.bfr.bund.de/de/a-z_index/endokrine_disruptoren_und_hormonaehnliche_substanzen-32448.html	Informationsseite des Bundesamts für Risikobewertung

Letzter Zugriff auf die URL: 13.01.2023

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

<ul style="list-style-type: none"> • Sequenzierung: <i>Leitfragen</i> Inhaltliche Aspekte 	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p>Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden</p>	<p>Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</p>
---	---	--	---

<ul style="list-style-type: none"> • Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte 	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften durch Energiefluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbindung? (ca. 5 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz <p>Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant? (ca. 3 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stoffkreislauf und 	<ul style="list-style-type: none"> • analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5). 	<p><i>Kontext:</i> Nahrungsbeziehungen und ökologischer Wirkungsgrad</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Problemorientierter Einstieg: PCB gefährdet Delfine in Europa -> Problem der Bioakkumulation • Reaktivierung der Kenntnisse zu Nahrungsnetzen und Trophieebenen (→ SI) anhand der Betrachtung eines komplexen Nahrungsnetzes, Fokussierung auf die Stabilität artenreicher Netze und Hypothesenbildung zur begrenzten Anzahl an Konsumentenordnungen (S4) • ggf. Analyse eines Fallbeispiels zur Entkopplung von Nahrungsketten durch die Erderwärmung [1] • Erläuterung der Bedeutung der einzelnen Trophieebenen in Stoffkreisläufen (→ IF Stoffwechselphysiologie) • Interpretation der Unterschiede der Stoffspeicherung und des Stoffflusses in terrestrischen und aquatischen Systemen anhand von Biomassepyramiden und Produktionswertpyramiden (K5, E14) • Interpretation von grafischen Darstellungen zum Energiefluss in einem Ökosystem unter Berücksichtigung des ökologischen Wirkungsgrads der jeweiligen Trophieebene • Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der modellhaften Darstellungen (E12) • ggf. Anwendung der erworbenen Kenntnisse am Beispiel des Flächen- und Energiebedarfs für die Fleischproduktion auf Grundlage von Untersuchungsbefunden (E14) [2] <p><i>Kontext:</i> Kohlenstoffkreislauf und Klimaschutz</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Darstellung der Austauschwege im Kohlenstoffkreislauf zwischen den Sphären der Erde (Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre, Biosphäre) [3,4] 	<ul style="list-style-type: none"> • Die folgenden Themen zum Klimawandel können arbeitsteilig als Referatsthemen erarbeitet und präsentiert werden

<ul style="list-style-type: none"> • Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte 	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf</p> <p>Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden? (ca. 5 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts • Ökologischer Fußabdruck <p>Wie können umfassende Kenntnisse über ökologische Zusammenhänge</p>	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern geografische, zeitliche und soziale Auswirkungen des anthropogen bedingten Treibhauseffektes und entwickeln Kriterien für die Bewertung von Maßnahmen (S3, E16, K14, B4, B7, B10, B12). • beurteilen anhand des ökologischen Fußabdrucks den Verbrauch endlicher Ressourcen aus verschiedenen Perspektiven (K13, K14, B8, B10, B12). • analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, 	<ul style="list-style-type: none"> • Unterscheidung von langfristigem und kurzfristigem Kohlenstoffkreislauf und Erläuterung der Umweltschädlichkeit von fossilen Energiequellen in Bezug auf die Erderwärmung (E14) [5] • Recherche zu Kippunkten (Tipping Points) des Klimawandels und Erläuterung eines Kippelements, z. B. Permafrostboden (K2) [6] <p><i>Kontext:</i></p> <p>Aktuelle Debatte um den Einfluss des Menschen auf den Klimawandel</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifikation nicht wissenschaftlicher Aussagen im Vergleich zu wissenschaftlich fundierten Aussagen bezüglich des anthropogenen Einflusses auf den Treibhauseffekt (E16) [7] • Angeleitete Recherche zu den geografischen, zeitlichen und sozialen Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffekts sowie zu den beschlossenen Maßnahmen [8] • Entwicklung von Kriterien für die Bewertung der Maßnahmen unter Berücksichtigung der Dimensionen für globale Entwicklung (Umwelt, Soziales, Wirtschaft) sowie Abschätzung der Wirksamkeit der Maßnahmen (B4, B7, K14, B12) (Buch S. 438) • Ermittlung eines ökologischen Fußabdrucks, Reflexion der verschiedenen zur Ermittlung herangezogenen Dimensionen, Sammlung von Handlungsoptionen im persönlichen Bereich (B8, K13) • Erkennen der Grenzen der wissenschaftlichen Wissensproduktion und der Akzeptanz vorläufiger und hypothetischer Aussagen, die auf einer umfassenden Datenanalyse beruhen (E16) • ggf. kritische Auseinandersetzung mit dem in der Wissenschaft diskutierten Begriffs des „Anthropozän“ <p><i>Kontext:</i></p> <p>Umweltproblem Stickstoffüberschuss: Ursachen und Auswege</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Erarbeitung des natürlichen Stickstoffkreislaufs, Identifikation der 	<ul style="list-style-type: none"> • •

<ul style="list-style-type: none"> • Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>helfen, Lösungen für ein komplexes Umweltproblem zu entwickeln? (ca. 5 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stickstoffkreislauf • Ökosystemmanagem ent: Ursache- Wirkungszusammenh änge, nachhaltige Nutzung 	<p>S8, K11–14).</p> <ul style="list-style-type: none"> • analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5). 	<p>Stoffspeicher und Austauschwege. Fokussierung auf die Anteile von molekularem Stickstoff und biologisch verfügbaren Verbindungen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fokussierung auf die anthropogene Beeinflussung des Stickstoffkreislaufs und Strukturierung von Informationen zur komplexen Umweltproblematik durch Stickstoffverbindungen (K2, K5) [9,10] • Recherche zu einem ausgewählten, ggf. lokalen Umweltproblem, welches auf einem zu hohen Stickstoffeintrag beruht und zu den unternommenen Renaturierungsmaßnahmen (K11–14). 	

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 13.01.2023

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

Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Zeitbedarf: ca. 28 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Fachschaftsinterne Absprachen

- Besuch eines molekularbiologischen Labors und Durchführung von PCR und Gelelektrophorese?

Inhaltliche Schwerpunkte:

Molekulargenetische Grundlagen des Lebens, Fachliche Verfahren: PCR, Gelelektrophorese

Beiträge zu den Basiskonzepten:

Struktur und Funktion:

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)
- Informationen aufbereiten (K)

<p>Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p>Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden</p>	<p>Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</p>
<p>Wie wird die identische Verdopplung der DNA vor einer Zellteilung gewährleistet? (ca. 4 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Speicherung und Realisierung genetischer Information: Bau der DNA, semikonservative Replikation, <p>Wie wird die genetische Information der DNA zu Genprodukten bei Prokaryoten</p>	<ul style="list-style-type: none"> • leiten ausgehend vom Bau der DNA das Grundprinzip der semikonservativen Replikation aus experimentellen Befunden ab (S1, E1, E9, E11, K10). • erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6). 	<p><i>Kontext:</i></p> <p>Zellteilungen der Zygote nach Befruchtung</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau der DNA (→ Sek I, → EF), Erstellung eines Baustein-Modells zur Erklärung der Struktur der DNA [1; 4] • Hypothesengeleitete Auswertung des MESELSON-STAH-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 Desoxynucleosid-Triphosphate als Bausteine für die DNA-Polymerase (Bezug zum Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung) <p><i>Kontext:</i></p> <p>Modellorganismus Bakterium: Erforschung der Proteinbiosynthese an Prokaryoten</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau von Proteinen (→ EF) und Erarbeitung des Problems der Codierung bzw. Decodierung von 	<ul style="list-style-type: none"> • •

Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>umgesetzt? (ca. 8 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transkription, Translation 	<ul style="list-style-type: none"> • deuten Ergebnisse von Experimenten zum Ablauf der Proteinbiosynthese (u. a. zur Entschlüsselung des genetischen Codes) (S4, E9, E12, K2, K9) • erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei 	<p>Informationen auf DNA-Ebene, RNA-Ebene und Proteinebene (Bezug zum Basiskonzept Information und Kommunikation und auch Struktur und Funktion)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erstellung eines Fließschemas zum grundsätzlichen Ablauf der Proteinbiosynthese (→ SI) unter Berücksichtigung der DNA-, RNA-, Polypeptid- und Proteinebene zur Strukturierung der Informationen • Erläuterung des Ablaufs der Transkription z. B. anhand einer Animation (Eigenschaften und Funktionen der RNA-Polymerase, Erkennen der Transkriptionsrichtung) unter Anwendung der Fachsprache • Erläuterung des Vorgangs der Translation ausgehend von unterschiedlichen modellhaften Darstellungen und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modelle unter Berücksichtigung gemeinsam formulierter Kriterien • Erarbeitung der Eigenschaften des genetischen Codes und Anwendung der Codesonne unter Rückbezug auf das erstellte Fließschema • Berücksichtigung des Energiebedarfs der Proteinbiosynthese (Bezug zum Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung) • Begründung der Verwendung des Begriffs Genprodukt anhand der Gene für tRNA und rRNA • Analyse der Experimente von MATTHAEI und NIRENBERG ZUR Entschlüsselung des genetischen Codes nach dem naturwissenschaftlichen Weg der Erkenntnisgewinnung [3] und ggf. weiterer Experimente • Reflexion der Fragestellungen und Methoden der ausgewählten Experimente zum Ablauf der Proteinbiosynthese (z. B. hinsichtlich der technischen Möglichkeiten) <p><i>Kontext:</i> Transkription und Translation bei Eukaryoten</p>	<ul style="list-style-type: none"> •

Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen bei der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten? (ca. 5 Ustd.)</p> <p>Wie können sich Veränderungen der DNA auf die Genprodukte und den Phänotyp auswirken? (ca. 5 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Genmutationen 	<p>Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6).</p> <ul style="list-style-type: none"> erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8). 	<p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Aktivierung von Vorwissen zu Kompartimentierung und Organellen (→ EF) und Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zum Ablauf der Proteinbiosynthese bei Eukaryoten Erläuterung modellhafter Darstellungen der Genstruktur (Exons/Introns), Prozessierung der prä-mRNA zur reifen mRNA sowie alternatives Spleißen, posttranslationale Modifikation Erstellung einer kriteriengeleiteten Tabelle zum Vergleich der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten Reflexion der größeren Komplexität der Prozesse bei eukaryotischen Zellen im Zusammenhang mit der Kompartimentierung sowie der Differenzierung von Zellen und Geweben (Basiskonzept Struktur und Funktion, Stoff- und Energieumwandlung) <p><i>Kontext:</i></p> <p>Resistenzen bei Eukaryoten (z. B. Herzglykosid-Resistenz beim Monarchfalter) [5]</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Aktivierung von Vorwissen zu Genommutationen, Chromosomenmutationen (→ Sek I, → EF) Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zur Ursache der Resistenz unter Berücksichtigung der verschiedenen Systemebenen (molekulare Ebene bis Ebene des Organismus) Ableitung der verschiedenen Typen von Genmutationen unter Berücksichtigung der molekularen Ebenen (DNA, RNA, Protein) sowie der phänotypischen Auswirkungen auf Ebene der Zelle bzw. des Organismus (Einbezug der Basiskonzepte Struktur und Funktion und Information und Kommunikation) Reflexion der Ursache-Wirkungsbeziehungen unter sprachsensiblen Umgang mit funktionalen und kausalen Erklärungen Alternativer Kontext: Antibiotika-Resistenz bei Bakterien 	<ul style="list-style-type: none">

Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Mit welchen molekularbiologischen Verfahren können zum Beispiel Genmutationen festgestellt werden? (ca. 6 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • PCR • Gelelektrophorese 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern PCR und Gelelektrophorese unter anderem als Verfahren zur Feststellung von Genmutationen (S4, S6, E8–10, K11). 	<p><i>Kontext:</i> Analyse von Genmutationen (z. B. SARS-CoV-2-Mutanten, Diagnose von Gendefekten oder Resistenzen) [5]</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Erläuterung der PCR-Methode unter Berücksichtigung der Funktionen der Komponenten eines PCR-Ansatzes und des Ablaufs der PCR [6] • Diskussion der möglichen Fehlerquellen und der Notwendigkeit von Negativkontrollen bei Anwendungen der PCR • Erläuterung des Grundprinzips der DNA-Gelelektrophorese und Anwendung der Verfahren zur Identifikation von Genmutationen durch Wahl der Primer oder ggf. RFLP-Analyse (dann Erklärung der Funktion von Restriktionsenzymen als Werkzeug der Molekularbiologie); Benennung der DNA-Sequenzierung als Technik zur Analyse von Sequenzunterschieden [7] 	<ul style="list-style-type: none"> •

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt3.html	Das Unterrichtsmaterial „GENial einfach!“ wurde in Abstimmung mit Wissenschaftlern des Nationalen Genomforschungsnetzes (NGFN) sowie Didaktikern und Lehrkräften erstellt. Zu jedem Modul gibt es Arbeitsblätter mit Abbildungen und Aufgaben. Die Druckvorlagen der Arbeitsblätter sind komplett gestaltet. Jedes Modul schließt mit einer gestalteten Lernkontrolle – ebenfalls als PDF-Datei – ab.
2	http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt4.html	
3	http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt5.html	
4	https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/UnterrichtSekII/nawi_allg/biologie	IQB-Seite mit Lernaufgaben: Aufgabe „DNA-Modelle“ bietet Material zur Erkenntnisgewinnungskompetenz in Bezug auf verschiedene Modelldarstellungen zur DNA

5	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6078	<p>Am Beispiel der Ouabain-Resistenz beim Monarchfalter sind in diesem Zusatzmaterial Sachinformationen für Lehrkräfte, Aufgaben- und Lösungsvorschläge für Schülerinnen und Schüler für GK und LK zusammengestellt. Für den Einsatz im LK wird darauf aufbauend eine Anwendung der PCR zur Untersuchung von Mutationen und zur Analyse von artspezifischen Exon-Intron-Strukturen vorgestellt.</p>
6	https://www.youtube.com/watch?v=cqSTjJVO-il	<p>Video zur PCR des Max-Planck-Instituts für Molekulare Pflanzenphysiologie (Potsdam)</p>
7	https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/UnterrichtSekII/nawi_allg/biologie	<p>IQB-Seite mit Lernaufgaben: Aufgabe „Gelelektrophorese“ bietet Material zur Anwendung der DNA-Gelelektrophorese auf konkrete Beispiele wie Vaterschaftsanalysen im Zusammenhang mit dem genetischen Fingerabdruck</p>

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

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

Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Fachschaftsinterne Absprachen

- ggf. Besuch durch Pharmazeutin oder Pharmazeuten zur Einführung in personalisierte Medizin?

Inhaltliche Schwerpunkte:

Molekulargenetische Grundlagen des Lebens

Beiträge zu den Basiskonzepten:

Stoff- und Energieumwandlung:

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)
- Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)

<p>Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p>Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden</p>	<p>Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</p>
<p>Wie wird die Genaktivität bei Eukaryoten gesteuert? (ca. 10 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung, Histonmodifikation, RNA-Interferenz <p>Wie können zelluläre Faktoren zum</p>	<ul style="list-style-type: none"> • erklären die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren und DNA-Methylierung (S2, S6, E9, K2, K11). • erläutern die Genregulation bei Eukaryoten durch RNA-Interferenz und Histon-Modifikation anhand von Modellen (S5, S6, E4, E5, K1, K10). <ul style="list-style-type: none"> • begründen Eigenschaften von Krebszellen mit Veränderungen in Proto- 	<p><i>Kontext:</i></p> <p>Körperzellen: gleiches Erbgut – unterschiedliche Differenzierung</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Erkennen der unterschiedlichen Protein- und RNA-Ausstattung verschiedener menschlicher Zelltypen und Begründung der Phänomene durch zellspezifische Regulation der Genaktivität • Erläuterung der Bedeutung von allgemeinen und spezifischen Transkriptionsfaktoren für die Transkriptionsrate und der zellspezifischen Reaktion auf extrazelluläre Signale wie etwa Myostatin zur Regulation des Muskelwachstums (Basiskonzept Steuerung und Regelung) • Erstellung von Modellen zur Bedeutung epigenetischer Marker (DNA-Methylierung und z. B. Histon-Acetylierung) und kriteriengeleitete Diskussion der verschiedenen Modellierungen auch unter Berücksichtigung des Variablengefüges [1] • Erläuterung des natürlichen Mechanismus der RNA-Interferenz bei Pflanzen und Tieren anhand einer erarbeiteten Modellierung ausgehend von verschiedenen Darstellungen und Präsentation der Ergebnisse [2] • Reflexion des Zusammenspiels der verschiedenen Ebenen der Genregulation bei Eukaryoten unter Bezügen zu den Basiskonzepten Stoff- und Energieumwandlung sowie Steuerung und Regelung <p><i>Kontext:</i></p> <p>Krebsentstehung als Deregulation zellulärer Kontrolle des</p>	<ul style="list-style-type: none"> • •

Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>ungehemmten Wachstum der Krebszellen führen? (ca. 6 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Krebs: Krebszellen, Onkogene und Anti-Onkogene, <p>Welche Chancen bietet eine personalisierte Krebstherapie? (ca. 4 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • personalisierte Medizin 	<p>Onkogenen und Anti-Onkogenen (Tumor-Suppressor-Genen) (S3, S5, S6, E12).</p> <ul style="list-style-type: none"> • begründen den Einsatz der personalisierten Medizin in der Krebstherapie (S4, S6, E14, K13). 	<p>Zellzyklus [3] <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aktivierung von Vorwissen zur Bedeutung des Zellzyklus und Anwendung von Zellwachstumshemmern (→ EF) • Erläuterung der Eigenschaften von Krebszellen und medizinischer Konsequenzen unter Berücksichtigung der Vielfalt von Tumorzellen (Basiskonzept Steuerung und Regelung) • Modellierung der Wirkweise der von Proto-Onkogenen und Anti-Onkogenen codierten Faktoren (wie etwa RAS und p53) in Bezug auf die Kontrolle des Zellzyklus • Formulierung von Hypothesen zu deren Fehlfunktion aufgrund von Mutationen unter Bezug auf Mechanismen der Genregulation (Basiskonzept Steuerung und Regelung) unter Einbezug der verschiedenen Systemebenen <p><i>Kontext:</i> Krebstherapie: Ermöglicht eine Personalisierung die Vermeidung von Nebenwirkungen? <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aktivierung von Vorwissen zur Anwendung von Zellwachstumshemmern (→ EF) • Erläuterung der Nebenwirkungen von Zytostatika ausgehend von generellen Eigenschaften der Tumorzellen • Formulierung von Hypothesen zu Therapieansätzen unter Berücksichtigung der Vielfalt von Tumorzellen und der Verminderung von Nebenwirkungen bei systemischer Behandlung • Begründung einer Genotypisierung zum Beispiel vor der Chemotherapie mit 5-Fluorouracil [4] und ggf. weiterer Ansätze zu individualisierten Behandlungsmethoden [5, 6] (auch Einbezug von mRNA-Techniken ist möglich) auch unter Berücksichtigung der entstehenden Kosten durch medizinische Forschung und Produktion der Wirkstoffe 	<ul style="list-style-type: none"> •

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.youtube.com/watch?v=xshPL5hU0Kg&t=104s	Max-Planck-Video Epigenetik
2	https://www.youtube.com/watch?v=cL-lZnpY6Qg	Max-Planck-Video RNA-Interferenz
3	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5648	Arbeitsblätter und Materialien der SINUS-Gruppe zur Erarbeitung der Deregulation des Zellzyklus bei Krebszellen
4	https://www.bfarm.de/SharedDocs/Risikoinformationen/Pharmakovigilanz/DE/RV_STP/a-f/fluorouracil-neu.html https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30348537/ https://cdrjournal.com/article/view/2994	Genotypisierung vor Behandlung mit 5-Fluorouracil bzw. Capecitabin zur Feststellung der passenden Dosierung des Wirkstoffs
5	https://www.aerzteblatt.de/archiv/105880/Personalisierte-Medizin-in-der-Onkologie-Fortschritt-oder-falsches-Versprechen	Übersichtsartikel zu personalisierter Medizin

6	http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul3_arbeitsblatt5.html	Das Unterrichtsmaterial „GENial einfach!“ wurde in Abstimmung mit Wissenschaftlern des Nationalen Genomforschungsnetzes (NGFN) sowie Didaktikern und Lehrkräften erstellt. Zu jedem Modul gibt es Arbeitsblätter mit Abbildungen und Aufgaben. Die Druckvorlagen der Arbeitsblätter sind komplett gestaltet. Jedes Modul schließt mit einer gestalteten Lernkontrolle – ebenfalls als PDF-Datei – ab.
---	---	---

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

UV LK-G2: Humangenetik und Gentherapie

Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Fachschaftsinterne Absprachen

Inhaltliche Schwerpunkte:

Molekulargenetische Grundlagen des Lebens, Fachliche Verfahren: Gentechnik: Veränderung und Einbau von DNA, Gentherapeutische Verfahren

Beiträge zu den Basiskonzepten:

Information und Kommunikation:

- Codierung und Decodierung von Information bei der Proteinbiosynthese



Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)
- Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)

<ul style="list-style-type: none"> • Sequenzierung: <i>Leitfragen</i> Inhaltliche Aspekte 	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p>Optionale Unterrichtseinheiten <i>Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden</i></p>	<p>Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</p>
<p>Welche Bedeutung haben Familienstammbäume für die genetische Beratung betroffener Familien? (ca. 4 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, <p>Wie wird rekombinante DNA hergestellt und vermehrt? Welche ethischen Konflikte treten bei der Nutzung gentechnisch veränderter Organismen auf? (ca. 8 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • analysieren Familienstammbäume und leiten daraus mögliche Konsequenzen für Gentest und Beratung ab (S4, E3, E11, E15, K14, B8). • erklären die Herstellung rekombinanter DNA und nehmen zur Nutzung gentechnisch veränderter Organismen Stellung (S1, S8, K4, K13, B2, B3, B9, B12). 	<p><i>Kontext:</i> Ablauf einer Familienberatung bei genetisch bedingten Erkrankungen</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aktivierung von Vorwissen zur Analyse verschiedener Erbgänge anhand des Ausschlussverfahrens (→ EF) • Reflexion der gewonnenen Erkenntnisse und Begründung der Anwendung von Gentests zur Verifizierung der Ergebnisse • Entwicklung von Handlungsoptionen im Beratungsprozess und Abwägen der Konsequenzen für die Betroffenen • ggf. Einsatz ergänzender Materialien zu genetischer Beratung [1] <p><i>Kontext:</i> Insulinproduktion durch das Bakterium <i>Escherichia coli</i></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Erläuterung der Eigenschaften und Funktionen von gentechnischen Werkzeugen wie Restriktionsenzymen, DNA-Ligase und den Grundelementen eines bakteriellen Vektors sowie der Herstellung rekombinanter DNA und ihrer Vermehrung in Bakterien, ggf. Blau-Weiß-Selektion • Ableitung der erhöhten Komplexität der gentechnischen Manipulation eukaryotischer Systeme • Diskussion der Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen 	<ul style="list-style-type: none"> • •

<ul style="list-style-type: none"> • Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte 	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Welche ethischen Konflikte treten im Zusammenhang mit gentherapeutischen Behandlungen beim Menschen auf?</p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gentherapie 	<ul style="list-style-type: none"> • bewerten Nutzen und Risiken einer Gentherapie beim Menschen und nehmen zum Einsatz gentherapeutischer Verfahren Stellung (S1, K14, B3, B7–9, B11). 	<p>unter Berücksichtigung des Erhalts der Biodiversität, ökonomischer Aspekte, politischer und sozialer Perspektiven, ggf. Einbindung von [2]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reflexion des Entscheidungsprozesses mit Unterscheidung zwischen deskriptiven und normativen Aussagen sowie Berücksichtigung der Intention der verwendeten Quellen <p><i>Kontext:</i></p> <p>Monogene Erbkrankheiten (z. B. Mukoviszidose)</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung der Unterschiede zwischen somatischer Gentherapie und Keimbahntherapie beim Menschen bei Unterscheidung deskriptiver und normativer Aussagen • Ableitung von Nutzen und Risiken bei somatischer Gentherapie und Keimbahntherapie für Individuum und Gesellschaft, Aufstellen von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen • Reflexion des Bewertungsprozesses aus persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Perspektive • ggf. Erläuterung der Möglichkeiten und Risiken gentherapeutischer Verfahren wie die Anwendung von CRISPR-Cas [3, 4] beim Menschen und Diskussion der relevanten Bewertungskriterien aus verschiedenen Perspektiven 	<ul style="list-style-type: none"> •

Weiterführende Materialien:

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

2	https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/UnterrichtSekII/nawi_allg/biologie	IQB-Seite mit Lernaufgaben: Die Aufgabe „Transgener Bt-Mais“ bietet insbesondere Materialien zur Entwicklung der Bewertungskompetenz, die gentechnischen Grundlagen wurden adressatengerecht vereinfacht.
3	https://www.mpg.de/10766665/crispr-cas9	CRISPR-Cas Film Max-Planck-Gesellschaft
4	https://www.transgen.de/forschung/2564.crispr-genome-editing-pflanzen.html	CRISPR-Cas Seite Genom-Editierung Pflanzen

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

UV LK E1: Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie

Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Fachschaftsinterne Absprachen

- ggf. Zoobesuch?

Inhaltliche Schwerpunkte:

Entstehung und Entwicklung des Lebens

Beiträge zu den Basiskonzepten:

Individuelle und evolutive Entwicklung:

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Biologische Sachverhalte betrachten (S)
- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Informationen aufbereiten (K)

<ul style="list-style-type: none"> • Sequenzierung: <i>Leitfragen</i> Inhaltliche Aspekte 	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p>Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden</p>	<p>Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</p>
<p>Wie lassen sich Veränderungen im Genpool von Populationen erklären? (ca. 6 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Synthetische Evolutionstheorie: Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift <p>Welche Bedeutung hat die reproduktive Fitness für die Entwicklung von Angepasstheiten? (ca. 2 Ustd.)</p> <p>Wie kann die</p>	<ul style="list-style-type: none"> • begründen die Veränderungen im Genpool einer Population mit der Wirkung der Evolutionsfaktoren (S2, S5, S6, K7). • erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8). 	<p><i>Kontext:</i> Schnabelgrößen bei Populationen von Vögeln (z. B. beim Mittleren Grundfink oder Purpurastrilden) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Formulierung von Fragen zur Entwicklung der Merkmalsverteilung bei den Schnabelgrößen und Ableitung von Hypothesen zu den möglichen Ursachen • Erklärung der Variation durch Mutation und Rekombination und der Verschiebung der Merkmalsverteilung in der Population durch Selektion • Analyse der Bedeutung von Zufallsereignissen wie Gendrift und ihrem Einfluss auf die Allelvielfalt von Populationen • Erläuterung der Zusammenhänge zwischen den Veränderungen von Merkmalsverteilungen auf phänotypischer Ebene und den Verschiebungen von Allelfrequenzen auf genetischer Ebene unter Berücksichtigung ultimativer und proximativer Ursachen und der Vermeidung finaler Begründungen <p><i>Kontext:</i> Abtransport leerer Eierschalen in Lachmöwenkolonien (TINBERGEN-Experiment) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Formulierung von Fragen zur Entwicklung des Verhaltens in Lachmöwen-Kolonien und Ableitung von Hypothesen unter dem 	<ul style="list-style-type: none"> • •

<ul style="list-style-type: none"> • Sequenzierung: <i>Leitfragen</i> Inhaltliche Aspekte 	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Entwicklung von angepassten Verhaltensweisen erklärt werden? (ca. 3 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Synthetische Evolutionstheorie: adaptiver Wert von Verhalten, Kosten-Nutzen-Analyse, reproduktive Fitness <p>Wie lässt sich die Entstehung von Sexualdimorphismus erklären? (ca. 3 Ustd.)</p> <p>Wie lassen sich die Paarungsstrategien und Sozialsysteme bei Primaten erklären? (ca. 4 Ustd.) Sozialverhalten bei Primaten: exogene und endogene Ursachen, Fortpflanzungsverhalten</p>	<p>erläutern das Fortpflanzungsverhalten von Primaten datenbasiert auch unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (S3, S5, E3, E9, K7).</p>	<p>Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse [1]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erläuterung des adaptiven Wertes von Verhalten unter Einbezug der reproduktiven Fitness und Berücksichtigung der Umweltbedingungen. Berücksichtigung proximatere und ultimater Ursachen und Vermeidung finaler Begründungen [1] • Reflexion der verwendeten Fachsprache im Hinblick auf die Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen <p><i>Kontext:</i> Rothirsch-Geweih und Pfauenrad <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zum Sexualdimorphismus • Erläuterung der intrasexuellen und intersexuellen Selektion mithilfe einer Kosten-Nutzen-Analyse sowie der reproduktiven Fitness unter Vermeidung finaler Begründungen • Reflexion der Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen sowie der Berücksichtigung ultimater und proximatere Ursachen <p><i>Kontext:</i> Variabilität der Paarungsstrategien und Sozialsysteme bei Primaten <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ableitung der Zusammenhänge zwischen Reproduktionserfolg, ökologischer Situation und Paarungsstrategie für Männchen bzw. Weibchen und Entwicklung von Hypothesen zu den Strategien z. B. bei Krallenaffen [2] • Erläuterung der endogenen und exogenen Ursachen von 	<ul style="list-style-type: none"> • •

<ul style="list-style-type: none"> Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte 	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Welche Prozesse laufen bei der Koevolution ab? (ca. 2 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> Synthetische Evolutionstheorie: Koevolution 	<ul style="list-style-type: none"> erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8). 	<p>Fortpflanzungsverhalten unter der Berücksichtigung proximaler und ultimativer Erklärungen und der Vermeidung finaler Begründungen</p> <p><i>Kontext:</i> Orchideen-Schwärmer und Stern von Madagaskar (Bestäuber-Blüte-Koevolution)</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Anwendung der Synthetischen Evolutionstheorie auf das System Bestäuber-Blüte unter Berücksichtigung der jeweiligen Selektionsvorteile und Selektionsnachteile für die beiden Arten sowie Vermeidung finaler Begründungen Ableitung einer Definition für Koevolution und Erläuterung verschiedener koevolutiver Beziehungen unter Berücksichtigung ultimativer und proximaler Ursachen und Vermeidung finaler Aussagen Zusammenfassung der Erklärungsansätze für evolutive Prozesse auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung der Fachsprache 	<ul style="list-style-type: none">

Weiterführende Materialien:

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

2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6080	Diese Zusatzmaterialien zur Evolution von Paarungsstrategien und Sozialsystemen bei Primaten bieten Sachinformationen und Materialien für Lehrkräfte, die ökologische und physiologische Daten sowie Informationen zum Paarungs- und Aufzuchtverhalten von Krallenaffen beinhalten.
---	---	---

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

UV LK-E2: Stammbäume und Verwandtschaft

Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Fachschaftsinterne Absprachen

Inhaltliche Schwerpunkte:

Entstehung und Entwicklung des Lebens

Beiträge zu den Basiskonzepten:

Individuelle und evolutive Entwicklung:

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E) • Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) • Informationen aufbereiten (K) 	
--	--

<ul style="list-style-type: none"> • Sequenzierung: <i>Leitfragen</i> Inhaltliche Aspekte 	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten <i>Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden</i>	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen? (ca. 4 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stammbäume und Verwandtschaft: Artbildung, Biodiversität, populationsgenetischer Artbegriff, Isolation <p>Welche molekularen Merkmale deuten auf eine phylogenetische Verwandtschaft hin? (ca. 3 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • molekularbiologische 	<ul style="list-style-type: none"> • erklären Prozesse des Artwandels und der Artbildung mithilfe der Synthetischen Evolutionstheorie (S4, S6, S7, E12, K6, K7) • deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8). 	<p><i>Kontext:</i> Vielfalt der Finken auf den Galapagos-Inseln <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zur Evolution der Darwin-Finken unter Verwendung der Fachsprache • Erläuterung der adaptiven Radiation der Finkenarten auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung des Konzepts der ökologischen Nische sowie der Vernetzung verschiedener Systemebenen • Ableitung des morphologischen, biologischen und populationsgenetischen Artbegriffs und Anwendung auf Prozesse der allopatrischen und sympatrischen Artbildung • Erläuterung der Bedeutung prä- und postzygotischer Isolationsmechanismen • Reflexion der ultimativen und proximalen Ursachen für Artwandel und Artbildung und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der genutzten Modelle <p><i>Kontext:</i> Universalhomologien und genetische Variabilität – ein Widerspruch? <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ableitung der molekularen Ähnlichkeiten aller Lebewesen auf DNA-, RNA- und Proteinebene sowie in Bezug auf grundsätzliche 	<ul style="list-style-type: none"> • •

<ul style="list-style-type: none"> • Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte 	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Homologien, ursprüngliche und abgeleitete Merkmale</p> <p>Wie lässt sich die phylogenetische Verwandtschaft auf verschiedenen Ebenen ermitteln, darstellen und analysieren? (ca. 4 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • analysieren phylogenetische Stammbäume im Hinblick auf die Verwandtschaft von Lebewesen und die Evolution von Genen (S4, E2, E10, E12, K9, K11). 	<p>Übereinstimmungen bei der Proteinbiosynthese</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deutung molekularbiologischer Homologien bei konservierten Genen einerseits und sehr variablen Genen andererseits bei Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen • Ableitung phylogenetischer Verwandtschaften auf Basis des Sparsamkeitsprinzips und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen <p><i>Kontext:</i> Ein ausgestorbenes Säugetier mit ungewöhnlichen Merkmalen: Macrauchenia <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zur Verwandtschaft von Macrauchenia mit rezenten Wirbeltieren bzw. Huftieren auf der Basis morphologischer Vergleiche [1] • Deutung der molekularen Ähnlichkeiten des Kollagens und Analyse des phylogenetischen Stammbaums unter Berücksichtigung möglicher Fehlerquellen • Erläuterung der Verwendung morphologischer und molekularer Daten zur Erstellung von Stammbäumen und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen <p><i>Kontext:</i> Vielfalt einer Genfamilie (z. B. Hämoglobin-Gene) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Darstellung der molekularen Ähnlichkeiten auf DNA- und Proteinebene • Erklärung der Entstehung einer Genfamilie ausgehend von Genduplikationen und unabhängiger Entwicklung der einzelnen Genvarianten • Diskussion der Evolution von Genfamilien anhand von Gen-Stammbäumen und Abgrenzung zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen 	<ul style="list-style-type: none"> •

<ul style="list-style-type: none"> Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte 	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Optionale Unterrichtseinheiten</i> <i>Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden</i>	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Wie lassen sich konvergente Entwicklungen erkennen? (ca. 3 Ustd.)</p> <p>Wie lässt sich die Synthetische Evolutionstheorie von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen abgrenzen? (ca. 2 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> Synthetische Evolutionstheorie: Abgrenzung von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen 	<ul style="list-style-type: none"> deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8). begründen die Abgrenzung der Synthetischen Evolutionstheorie gegen nicht-naturwissenschaftliche Positionen und nehmen zu dieser Stellung (E15–E17, K4, K13, B1, B2, B5). 	<p><i>Kontext:</i> Wiederholt sich die Evolution? – Unabhängige Mutationen (z. B. in Myoglobin-Genen [2])</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Deutung der Übereinstimmungen im Hinblick auf die phylogenetische Verwandtschaft von Arten auf der einen Seite und den unabhängig voneinander entstandenen Mutationen auf der anderen Seite Reflexion des Phänomens konvergenter Entwicklungen unter Einbezug der Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels (Basiskonzept Individuelle und evolutive Entwicklung) <p><i>Kontext:</i> Intelligent Design – eine Pseudowissenschaft</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Erläuterung der Merkmale naturwissenschaftlicher Theorien unter Berücksichtigung der Evidenzbasierung sowie Begründung der Einordnung des Intelligent Design als Pseudowissenschaft Reflexion der verschiedenen Betrachtungsweisen evolutiver Prozesse durch Religion, Philosophie und Naturwissenschaften unter Berücksichtigung der Intentionen der jeweiligen Quellen 	<ul style="list-style-type: none">

Weiterführende Materialien:

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

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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

UV LK-E3: Humanevolution und kulturelle Evolution

Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Zeitbedarf: ca. 10 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Fachschaftsinterne Absprachen

- ggf. Besuch des Neanderthal-Museums?

Inhaltliche Schwerpunkte:

Entstehung und Entwicklung des Lebens

Beiträge zu den Basiskonzepten:

Individuelle und evolutive Entwicklung:

- Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: <ul style="list-style-type: none"> • Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Informationen aufbereiten (K) 	
---	--

Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Wie kann die Evolution des Menschen anhand von morphologischen und molekularen Hinweisen nachvollzogen werden? (ca. 7 Ustd.)</p> <p><i>(Evolution des Menschen und kulturelle Evolution: Ursprung, Fossilgeschichte, Stammbäume und Verbreitung des heutigen Menschen, Werkzeuggebrauch, Sprachentwicklung)</i></p> <p>Welche Bedeutung hat die kulturelle Evolution für den Menschen und andere soziale Lebewesen? (ca. 3 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • diskutieren wissenschaftliche Befunde und Hypothesen zur Humanevolution auch unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit (S4, E9, E12, E15, K7, K8). • die Bedeutung der kulturellen Evolution für soziale Lebewesen analysieren (E9, E14, K7, K8, B2, B9). 	<p><i>Kontext:</i></p> <p>Stammbusch des Menschen – ein dynamisches Modell</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Formulierung von Hypothesen zu morphologischen Anpassungen des modernen Menschen an den aufrechten Gang im Vergleich zum Schimpansen unter Berücksichtigung proximaler und ultimer Erklärungen und Vermeidung finaler Begründungen • Erläuterung von Trends in der Hominidenevolution auf Basis von Schädelvergleichen und Reflexion der Vorläufigkeit der Erkenntnisse aufgrund der lückenhaften Fossilgeschichte <p><i>Diskussion der „Out-of-Africa“-Theorie unter Einbezug der Fossilgeschichte und genetischer Daten zu Neandertaler und Denisova-Mensch und Erläuterung der genetischen Vielfalt des modernen Menschen</i></p> <p><i>Kontext:</i></p> <p>Kultur und Tradition – typisch Mensch?</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Erläuterung der Begriffe Kultur und Tradition im Kontext der Humanevolution mit Einbezug des Werkzeuggebrauchs und der Sprachentwicklung unter Unterscheidung funktionaler und kausaler Erklärungen • Reflexion ultimer und proximaler Erklärungen zur kulturellen 	<ul style="list-style-type: none"> • •

Sequenzierung: Leitfragen Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Optionale Unterrichtseinheiten Empfehlungen zu Lehrmitteln/ Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
		Evolution des Menschen unter Vermeidung finaler Begründungen <i>Analyse von Kommunikation und Tradition bei sozial lebenden Tieren (Werkzeuggebrauch bei Schimpansen, Jagdtechniken bei Orcas oder Delfinen) und multiperspektivische Diskussion ihrer Bedeutung</i>	