



Bischöfliches  
Gymnasium

Fachkonferenz  
Biologie

# Schulinternes Curriculum für das Fach Biologie

Stand: Februar 2024

# Inhaltsverzeichnis

1. Die Fachgruppe Biologie am Pius-Gymnasium .....	3
2. Entscheidungen zum Unterricht .....	5
3. Unterrichtsvorhaben der Sekundarstufe I .....	6
3.1. Stufe 5 .....	6
3.2. Stufe 6 .....	23
3.3. Stufe 9 .....	44
3.4. Stufe 10 .....	74
4. Unterrichtsvorhaben der Sekundarstufe II .....	102
4.1. Einführungsphase .....	102
4.2. Qualifikationsphase: Grundkurs .....	119
4.3. Qualifikationsphase: Leistungskurs .....	146
5. Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung .....	186
5.1. Pädagogischer Leistungsbegriff .....	186
5.2. Leistungsbewertung .....	186
5.3. Kriterien für die Leistungsbewertung im Unterricht der Sekundarstufe I .....	188
5.4. Kriterien für die Leistungsbewertung im Unterricht der Sekundarstufe II .....	189
5.5. Grundsätze der Leistungsbewertung von Klausuren .....	190
5.6. Vorgaben des Landes NRW zum Zentralabitur .....	194
5.7. Projektkurs .....	195
6. Lehr- und Lernmittel .....	197
7. Entscheidungen zu Kooperationen .....	198
8. Qualitätssicherung und Evaluation .....	199

# 1. Die Fachgruppe Biologie am Pius-Gymnasium

Das Pius-Gymnasium befindet sich in Aachen, der westlichsten Großstadt Deutschlands. Zurzeit unterrichten ca. 80 Lehrerinnen und Lehrer um die 1000 Schülerinnen und Schüler, die sowohl aus dem Stadtteil des Schulstandorts stammen aber auch zum Teil erhebliche Anfahrtswege aus weiter gelegenen Aachener Stadtteilen haben.

Insgesamt ist die Schülerschaft in ihrer Zusammensetzung vom Leistungspotential eher heterogen. Auch mit Blick auf diese Zusammensetzung besteht ein wesentliches Leitziel der Schule in der individuellen Förderung.

Die Fachgruppe Biologie versucht in hohem Maße, jeden Lernenden in seiner Kompetenzentwicklung möglichst weit zu bringen. Außerdem wird angestrebt, Interesse an einem naturwissenschaftlich geprägten Studium oder Beruf zu wecken. In diesem Rahmen sollen u.a. Schülerinnen und Schüler mit besonderen Stärken im Bereich Biologie unterstützt werden, zum Beispiel zur Teilnahme an Wettbewerben wie „biologisch“ (Sekundarstufe I) und der Biologieolympiade (Sekundarstufe II). Schülerinnen und Schüler der Leistungskurse führen Exkursionen zur Gesellschaft für Produktionshygiene und Sterilitätssicherung sowie zur RWTH (Besuch der genetischen Beratung der medizinischen Abteilung) durch. Allgemein werden im Biologieunterricht am Pius-Gymnasium fachlich und bioethisch fundierte Kenntnisse als Voraussetzung für einen eigenen Standpunkt und für verantwortliches Handeln gefordert und gefördert. Hervorzuheben sind hierbei – auch im Sinne des christlichen Menschenbildes – die Aspekte Ehrfurcht vor dem Leben in seiner ganzen Vielfältigkeit, Nachhaltigkeit, Umgang mit dem eigenen Körper und ethischen Grundsätzen. Auf diese Weise leistet die Fachgruppe Biologie einen Beitrag zum im Schulprogramm festgeschriebenen Gesundheitskonzept. Auch die Patenschaft des Pius-Gymnasiums für den Goldbach gehört zum Schulprogramm.

Das Fach Biologie wird am Pius-Gymnasium in der Sekundarstufe I in den Jahrgangsstufen 5,6, 9 und 10 jeweils mit 2 Wochenstunden unterrichtet. Um mehr Zeit für praktisches Arbeiten zu haben, findet der Biologieunterricht in der Regel in Doppelstunden statt.

Schülerinnen und Schüler der Einführungsphase (EF) haben 3 Wochenstunden Biologie, in der Qualifikationsphase (Q1 und Q2) wird Biologie im Grundkurs ebenfalls mit 3 Wochenstunden, im Leistungskurs mit 5 Wochenstunden unterrichtet. Am Pius-Gymnasium ist das Fach Biologie in der Einführungsphase in der Regel mit 4 Grundkursen vertreten. In der Qualifikationsphase können aufgrund der Schülerwahlen meist 3 Grundkurse und 2 Leistungskurse (einer davon in Kooperation mit dem St. Ursula-Gymnasium in Aachen) gebildet werden.

Mit dem Übungsraum und dem Lehrsaal verfügt das Pius-Gymnasium über zwei Biologie-Räume, die jeweils mit einem Beamer und Laptop ausgestattet sind. Die Ausstattung der Biologie-Sammlung mit Schülerexperimentiermaterialien und Modellen ist sehr zufriedenstellend. Außerdem existieren an der Schule zwei Computerräume, die nach Reservierung auch von Biologieklassen und -kursen für bestimmte Unterrichtsprojekte genutzt werden können.

Die Biologie-Kolleginnen und -Kollegen tauschen sich über Unterrichtsmaterialien, Klausuraufgaben und didaktische Fragestellungen aus. Durch Teilnahme an Fortbildungen hält sich die Fachgruppe Biologie auf dem aktuellen Stand der Fachwissenschaft und Fachdidaktik. Darüber hinaus organisiert die Fachgruppe Biologie zusammen mit den Fachgruppen Physik und Chemie vor den Sommerferien einen Naturwissenschaftsnachmittag mit Experimenten für Grundschüler der 3. Klasse.

## 2. Entscheidungen zum Unterricht

### Unterrichtsvorhaben – allgemeine Hinweise

Die Darstellung der Unterrichtsvorhaben im schulinternen Lehrplan besitzt den Anspruch, sämtliche im Kernlehrplan angeführten Kompetenzen auszuweisen. Dies entspricht der Verpflichtung jeder Lehrkraft, den Lernenden Gelegenheiten zu geben, alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans auszubilden und zu entwickeln. Zum schulinternen Lehrplan für die Sekundarstufe I ist anzumerken, dass sich die Seitenangaben auf die eingeführten Schulbücher (Biologie Heute 1 und 2) beziehen. Die hinter den inhaltlichen Schwerpunkten angegebenen Zahlen geben die durchschnittlichen Stunden an, die für diesen Themenschwerpunkt vorgesehen sind.

Für die Sekundarstufe II erfolgt die Umsetzung des Kernlehrplans auf zwei Ebenen: der Übersichts- und der Konkretisierungsebene.

Im „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ werden die für alle Lehrerinnen und Lehrer gemäß Fachkonferenzbeschluss verbindlichen Kontexte sowie die Verteilung und Reihenfolge der Unterrichtsvorhaben dargestellt. Das Übersichtsraster dient dazu, den Kolleginnen und Kollegen einen schnellen Überblick über die Zuordnung der Unterrichtsvorhaben zu den einzelnen Jahrgangsstufen sowie den im Kernlehrplan genannten Kompetenzerwartungen, Inhaltsfeldern und inhaltlichen Schwerpunkten zu verschaffen. Um Klarheit für die Lehrkräfte herzustellen und die Übersichtlichkeit zu gewährleisten, werden in der Kategorie „Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung“ an dieser Stelle nur die übergeordneten Kompetenzerwartungen ausgewiesen, während die konkretisierten Kompetenzerwartungen erst auf der Ebene der möglichen konkretisierten Unterrichtsvorhaben Berücksichtigung finden. Der ausgewiesene Zeitbedarf versteht sich als grobe Orientierungsgröße, die nach Bedarf über- oder unterschritten werden kann. Um Spielraum für Vertiefungen, besondere Schülerinteressen, aktuelle Themen bzw. die Erfordernisse anderer besonderer Ereignisse (z.B. Praktika, Kursfahrten o.ä.) zu erhalten, wurden im Rahmen dieses schulinternen Lehrplans nur ca. 75 Prozent der Bruttounterrichtszeit verplant.

Während der Fachkonferenzbeschluss zum „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ zur Gewährleistung vergleichbarer Standards sowie zur Absicherung von Lerngruppen- und Lehrkraftwechselln für alle Mitglieder der Fachkonferenz Bindekraft entfalten soll, besitzt die exemplarische Ausgestaltung „konkretisierter Unterrichtsvorhaben“ - abgesehen von den in der vierten Spalte im Fettdruck hervorgehobenen verbindlichen Fachkonferenzbeschlüssen - nur empfehlenden Charakter. ReferendarInnen sowie neuen KollegInnen dienen diese vor allem zur standardbezogenen Orientierung in der neuen Schule, aber auch zur Verdeutlichung von unterrichtsbezogenen fachgruppeninternen Absprachen. Abweichungen von den vorgeschlagenen Vorgehensweisen bezüglich der konkretisierten Unterrichtsvorhaben sind im Rahmen der pädagogischen Freiheit und eigenen Verantwortung der Lehrkräfte jederzeit möglich. Sicherzustellen bleibt allerdings auch hier, dass im Rahmen der Umsetzung der Unterrichtsvorhaben insgesamt alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Berücksichtigung finden.

### 3. Unterrichtsvorhaben der Sekundarstufe I

#### 3.1. Stufe 5

**Jahrgangsstufe 5:**  
**UV 1 „Biologie erforscht das Leben“**  
 (ca. 6 Ustd., in blau: fakultative Aspekte)

**Inhaltsfeldbeschreibung (Auszug)**

Die Biologie befasst sich als Naturwissenschaft mit den Lebewesen. Der Vergleich zwischen belebter und unbelebter Natur führt zu den Kennzeichen des Lebendigen. Sie bilden Schritte der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung ab und ermöglichen den Aufbau biologischen Fachwissens. Biologische Erkenntnisse sind auch an technische Errungenschaften gebunden.

**Erweiterung des Kompetenzbereichs Kommunikation**

**Experimente / Untersuchungen / Arbeit mit Modellen**

**K2 (Informationsverarbeitung):**  
 Die Schülerinnen und Schüler können nach Anleitung biologische Informationen und Daten aus analogen und digitalen Medienangeboten (Fachtexte, Filme, Tabellen, Diagramme, Abbildungen, Schemata) entnehmen, sowie deren Kernaussagen wiedergeben und die Quelle notieren.

**K4 (Argumentation):**  
 Die Schülerinnen und Schüler können eigene Aussagen fachlich sinnvoll begründen, faktenbasierte Gründe von intuitiven Meinungen unterscheiden sowie bei Unklarheiten sachlich nachfragen.

Vergleich Puppe mit Mensch

**Methodentraining Klasse 5:** Heftführung ( AB im Ordner „Haus des Lernens“)

**Beiträge zu den Basiskonzepten**

**System:**

**Struktur und Funktion:**

**Entwicklung:**

<b>Sequenzierung:</b> <b>Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen / Alltagsvorstellungen / <b>fakultative Aspekte</b></i>
<p><b>Die Biologie erforscht das Leben – welche Merkmale haben alle Lebewesen gemeinsam?</b></p> <p>Kennzeichen des Lebendigen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegung</li> <li>• Reizbarkeit</li> <li>• Stoffwechsel</li> <li>• Fortpflanzung</li> <li>• Entwicklung</li> <li>• Wachstum</li> <li>• Aufbau aus Zellen</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca. 4 Ustd.</p>	<p>Lebewesen von unbelebten Objekten anhand der Kennzeichen des Lebendigen unterscheiden (UF2, UF3, E1).</p>	<p>Problematisierung durch Fotoserie (evtl. auch ein Ausmalbild, z.B. Park oder Spielplatz, im Ordner) und spontane Entscheidung: „Lebewesen“ oder „kein Lebewesen“?</p> <p>Sammlung von Schülervorstellungen zu Merkmalen von Lebewesen, Vergleich mit den Kennzeichen des Lebendigen</p> <p>⇒ Vergleich <b>Puppe und Mensch (AB Ordner)</b>  <i>Die Alltagsvorstellung [1] „Pflanzen sind keine richtigen Lebewesen“ wird kontrastiert.</i></p> <p>⇒ Anwendung der Kennzeichen des Lebendigen auf <b>Tiere und Pflanzen</b> (vgl. Ordner: Mindmap, auf der Kennzeichen aufgeführt sind mit je einem Beispiel für Tiere und Pflanzen)</p> <p><i>Kernaussage:</i>  <i>Einzelne Kriterien kommen auch in der unbelebten Natur vor, nie aber alle Kennzeichen des Lebendigen zusammen.</i></p>
<p><b>Gibt es eine kleinste Einheit des Lebendigen?</b></p> <p>Die Zelle als strukturelle Grundeinheit von Organismen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zellbegriff</li> <li>• Mehrzellige Lebewesen</li> <li>• Gewebe</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca. 2 Ustd.</p>	<p>einfache tierische Präparate mikroskopisch untersuchen (E4).</p> <p>durch den Vergleich verschiedener mikroskopischer Präparate die Zelle als strukturelle Grundeinheit aller Lebewesen bestätigen (E2, E5).</p>	<p><b>Alternativ: in UV 3: „Forschung, Bau und Funktionsweise von Pflanzen“</b></p> <p>Bedienung des Mikroskops, Fokus: Erhalt eines scharfen Bildes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Betrachtung verschiedener Fertigpräparate von Geweben  <i>Fertigpräparate in der Sammlung: z.B. Histologie der Säugetiere (Lungengewebe, Fettgewebe, Venen,...)</i></li> <li>- Bewusstmachung der verschiedenen Schärfenebenen beim Mikroskopieren (<b>AB im Ordner</b>)</li> </ul> <p><i>Kernaussage:</i>  <i>Lebewesen bestehen aus Zellen.</i></p>

**Weiterführende Materialien:**

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.mnu.de/images/publikationen/GeRRN/GeRRN_2._Auflage_2017-09-23.pdf">https://www.mnu.de/images/publikationen/GeRRN/GeRRN_2._Auflage_2017-09-23.pdf</a>	<p>Im Kapitel 5 des Gemeinsamen europäischen Referenzrahmens für Naturwissenschaften werden Bildungsperspektiven thematisiert. Der Umgang mit Alltagsvorstellungen hat einen hohen Stellenwert, im Kapitel 5.2.</p>

		werden Strategien erläutert, auf die sich in der rechten Spalte aller konkretisierten UV bezogen wird.
	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/4010">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/4010</a>	Sehr umfassende didaktisch kommentierte Unterrichtseinheit für den Anfangsunterricht Biologie mit Fokus auf sprachsensiblen Fachunterricht. Hier Stunde 3: Erarbeitung des naturwissenschaftlichen Erkenntniswegs.

Letzter Zugriff auf die URL: 17.05.2019



**Jahrgangsstufe 5:**  
**UV 2 „Wirbeltiere in meiner Umgebung“**  
 (ca. 15 Ustd., [in blau: fakultative Aspekte](#))

**Inhaltsfeldbeschreibung (Auszug)**

Erhalt und nachhaltige Nutzung der biologischen Vielfalt setzen Kenntnisse über das System der Lebewesen und über Angepasstheiten von Organismen voraus. Naturerkundungen und originale Begegnungen erweitern die Artenkenntnis, zeigen Biodiversität und die Bedeutung des Artenschutzes auf. Die Auseinandersetzung mit ausgewählten Vertretern verschiedener Taxa findet in diesem Inhaltsfeld auf verschiedenen Ebenen statt. Durch die fachgerechte Beschreibung und Einordnung in das System der Lebewesen wird biologisches Wissen nachhaltig systematisiert. In der Angepasstheit von Tieren [...] an äußere Einflüsse zeigt sich in vielfältiger Weise der Struktur-Funktions-Zusammenhang. Am Beispiel von Wirbeltierklassen [...] werden morphologische Merkmale und die spezifische Individualentwicklung in den Fokus gerückt.

**Erweiterung des Kompetenzbereichs Kommunikation**

**Experimente / Untersuchungen / Arbeit mit Modellen**

K3 (Präsentation):  
 Die Schülerinnen und Schüler können eingegrenzte biologische Sachverhalte, **Überlegungen und Arbeitsergebnisse** - auch mithilfe digitaler Medien - bildungssprachlich angemessen und unter Verwendung einfacher Elemente der Fachsprache in geeigneten Darstellungsformen (Redebeitrag, **kurze kontinuierliche und diskontinuierliche Texte**) sachgerecht vorstellen.

- Untersuchung des Skelettaufbaus(KLP)
- Knochen- und Skelettmodelle
- [Modelle basteln, untersuchen, vergleichen \(vgl. didaktisch-methodische Anmerkungen\)](#)  
1)

**Beiträge zu den Basiskonzepten**

**Struktur und Funktion:**

Angepasstheit von Säugetieren, Vögeln, Reptilien, Amphibien und Fischen an den Lebensraum

**Entwicklung:**

Individualentwicklung

<b>Sequenzierung:</b> <b>Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen / Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte</i>
<p><b>Welche besonderen Merkmale weisen die unterschiedlichen Wirbeltierklassen auf?</b></p> <p>Vielfalt und Angepasstheiten der Wirbeltiere</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• System der Wirbeltiere</li> <li>• Merkmale der verschiedenen</li> <li>• Wirbeltierklassen</li> <li>• Artenvielfalt</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca. 5 Ustd.</p>	<p>kriteriengeleitet ausgewählte Vertreter der Wirbeltierklassen vergleichen und einer Klasse zuordnen (UF3).</p>	<p>Vorbereitende Hausaufgabe: „Sammelt möglichst viele Bilder zu Wirbeltieren und bringt sie zur nächsten Stunde mit“. (evtl. Suchbild mit verschiedenen Tieren, alle rausschreiben, dann „sortieren“; Ausmalbild mit verschiedenen Tieren im Ordner)</p> <p>Erarbeitung der besonderen Merkmale der anderen Wirbeltierklassen durch einen kriteriengeleiteten Vergleich (z.B. im Gruppenpuzzle [2]);  <b>vgl: Buch S. 110-113</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ergebnis: <b>Tabellarischer Überblick über wesentliche Hilfskriterien für die Einordnung in eine Wirbeltierklasse.</b></li> </ul> <p>Zuordnung der mitgebrachten Abbildungen (erfolgt in erster Linie über das Hilfskriterium „Körperbedeckung“)</p> <p><i>Die Alltagsvorstellung: „Wirbeltierklassen sind Ähnlichkeitsgruppen“ wird in das Konzept „Wirbeltierklassen sind Abstammungsgemeinschaften, deren Entwicklung sich ökologisch erschließt“ überführt [3].</i></p> <p><i>Kernaussage:  Bestimmte Merkmale von Individuen dienen als Indizien, die auf ihre gemeinsame Abstammung hinweisen.</i></p>
<p><b>Haustiere als Vertreter der Säugetiere – der Hund</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vom Wolf zum Hund (Verhalten)</li> <li>• Züchtung und Rassen</li> <li>• Gebiss und Skelett</li> <li>• Haltung</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca. 10 UStd.</p>	<p>Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen Wild- und Nutztieren durch gezielte Züchtung erklären und auf Vererbung zurückführen (UF2, UF4),</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Der Wolf als Vorfahre unserer Hunde (<b>Buch S. 20</b>; aktueller Zeitungsartikel), Vergleich: <b>Verhalten</b></li> <li>- Zähmung und <b>Züchtung (Buch S. 22f)</b></li> <li>- Gebiss und Skelett (<b>Buch S. 18</b>); <b>Gebissmodell von Hund und Katze basteln und vergleichen (Anleitung Ordner)</b></li> <li>- Hundehaltung; <b>Simulationsspiel: Eine begründete Entscheidung treffen (S. 24) Anleitung im Ordner</b></li> </ul>

<p><b>Nutztiere als Vertreter der Säugetiere – das Rind</b></p> <p>ca. 5 USd.</p>	<p>verschiedene Formen der Nutztierhaltung beschreiben und im Hinblick auf ausgewählte Kriterien erörtern (B1, B2).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Das Rind als Wiederkäuer: Aufbau des Magens (evtl. Bau eines Modells aus Kartons)</li> <li>- Nutztierhaltung (S. 37)</li> <li>- Die Milch: Von der Kuh in den Kühlschrank (AB im Ordner)</li> <li>- Das Fleisch: Was ist vom Rind wo drin? Besuch einer Metzgerei Besuch eines Bauernhofs (z.B. Rademacher in Sief)</li> </ul>
<p><b>Nutztiere</b></p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorträge von SuS zu verschiedenen Nutztieren (z.B. Pferd, Huhn, Delfin, Ziege,....zu Hause vorbereiten)</li> </ul>
<p><b>Säugetiere sind an ihren Lebensraum angepasst</b></p>	<p>die Anpassbarkeit ausgewählter Säugetiere an ihren Lebensraum hinsichtlich exemplarischer Aspekte wie Skelettaufbau, Fortbewegung, Nahrungserwerb, Fortpflanzung oder Individualentwicklung erklären (UF1, UF4)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vergleichende Darstellung z.B. von Eichhörnchen und Maulwurf (<b>Buch S. 43-49</b>), <b>AB im Ordner</b></li> </ul>
<p><b>Säugetiere im Jahresverlauf</b></p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Überwinterungsstrategien von Säugetieren vergleichen (<b>Buch S. 56</b>), <b>ABs im Ordner</b></li> </ul>
<p><b>Wie sind Vögel an Ihre Lebensweise angepasst?</b></p> <p>Vielfalt und Anpassbarkeiten der Wirbeltiere</p> <p>Charakteristische Merkmale und Lebensweisen ausgewählter Organismen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vogelskelett</li> <li>• Leichtbauweise der Knochen</li> <li>• Bau und Funktion von Federn</li> <li>• Der Vogelflug: Aufwind und Gleitflug</li> </ul>	<p>die Anpassbarkeit ausgewählter Säugetiere und Vögel an ihren Lebensraum hinsichtlich exemplarischer Aspekte wie Skelettaufbau, Fortbewegung, Nahrungserwerb, Fortpflanzung oder Individualentwicklung erklären (UF1, UF4).</p> <p>den Aufbau von Säugetier- und Vogelknochen vergleichend untersuchen und wesentliche Eigenschaften anhand der Ergebnisse funktional deuten (E3, E4, E5).</p>	<p>Leitidee: Die Kunst des Fliegens- ein Menschheitstraum (z.B. Lilienthal, Leonardo da Vinci, Daedalus und Ikarus) (<b>ABs im Ordner</b>)</p> <p>Erarbeitung der Besonderheiten im Grundbauplan (z.B.: Vordergliedmaßen bilden Tragflächen, Versteiftes Rumpfskelett) <b>Größenvergleich und Vergleich des Skeletts und der Flugfähigkeit eines Vogels mit dem der Fledermaus (S. 50f)</b>. (<b>ABs im Ordner</b>)</p> <p>Vergleichende Untersuchung von Säugetier- und Vogelknochen (<b>S.50f</b>) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fokus: Vogel- und Säugerknochen haben die gleiche Bausubstanz, aber eine unterschiedliche Bauweise [4] (<b>ABs im Ordner</b>)</li> </ul> <p><b>Kernaussage:</b>  <i>Vögel sind unter anderem durch die spezielle Leichtbauweise der Knochen an das Fliegen angepasst. Diese ermöglicht auch großen Vögeln die Fortbewegung in der Luft.</i></p> <p>Federtypen unterscheiden und ihrer Funktion zuordnen, Versuche zu Schwungfedern und Daunen (S. 65) durchführen (<b>ABs im Ordner</b>)</p> <p>Wie funktionieren Aufwind und Auftrieb? Versuche auf <b>S. 68 und 69</b>; evtl. Papierflieger basteln (Flugwettbewerb) <b>Anleitung im Ordner</b></p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vögel leben in verschiedenen Lebensräumen</li> </ul> <p>ca. 10 Ustd.</p>		<p>Angepasstheit von Uhu, Pinguin, Ente und Specht anhand von Schnabelform und Fußform an ihren Lebensraum (<b>AB im Ordner</b>, Hilfen Buch <b>S. 70 -73</b>) in einem zusammenfassenden, vergleichenden Arbeitsblatt</p>
<p><b>Wie sind Fische an Ihre Lebensweise angepasst?</b></p> <p>Vielfalt und Angepasstheiten der Wirbeltiere</p> <p>Charakteristische Merkmale und Lebensweisen ausgewählter Organismen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fische leben im Wasser: Körperbau, Fortbewegung und Atmung.</li> </ul> <p>ca. 3 USt.</p>	<p>die Angepasstheit ausgewählter Wirbeltiere an ihren Lebensraum hinsichtlich exemplarischer Aspekte wie Skelettaufbau, Fortbewegung, Nahrungserwerb, Fortpflanzung oder Individualentwicklung erklären (UF1, UF4)</p>	<p>Wie sind die Fische an das Wasser angepasst?</p> <p>Körperbau und Fortbewegung: Körperformen im Vergleich (<b>S. 89</b>)</p> <p>Kiemenatmung: Modell zu Kiemen basteln (<b>Anleitung im Ordner</b>)</p> <p>Sezieren einer Forelle (<b>S. 91</b>)</p>
<p><b>Wie sind Amphibien und Reptilien an Ihre Lebensweise angepasst?</b></p> <p>Vielfalt und Angepasstheiten der Wirbeltiere</p> <p>Charakteristische Merkmale und Lebensweisen ausgewählter Organismen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Amphibien leben an Land und im Wasser: Körperbau und Entwicklung</li> <li>• Vergleich Reptilie-Amphibien</li> </ul> <p>ca. 4 Ustd.</p>	<p>einen Bestimmungsschlüssel (auch digital) zur Identifizierung einheimischer Froschlurche sachgerecht anwenden und seine algorithmische Struktur beschreiben (E2, E4, E5, E7),</p>	<p>Körperbau und Fortbewegung (<b>S. 95</b>)</p> <p>Bestimmung von Froschlurchen (<b>S. 97</b>)</p> <p>Metamorphose (<b>S. 99</b>)</p> <p>Vergleich von Reptilien und Amphibien: Kammmolch und Zauneidechse (<b>S. 103</b>) bzw. Teichfrosch und Zauneidechse (<b>S.105</b>)</p>

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://heterogenitaet.bildung-rp.de/fileadmin/user_upload/lernen-in-vielfalt.bildung-rp.de/03_Materialien/3_2_Aktivierung/3_2_2_Lern-tempoduett/Lerntempoduett_Angepasstheit.pdf">https://heterogenitaet.bildung-rp.de/fileadmin/user_upload/lernen-in-vielfalt.bildung-rp.de/03_Materialien/3_2_Aktivierung/3_2_2_Lern-tempoduett/Lerntempoduett_Angepasstheit.pdf</a>	Lerntempoduett mit dem Schwerpunkt „Angepasstheit von Säugetieren“ des Landesbildungsservers Rheinland-Pfalz
2	<a href="https://fwu.de/biobook-nrw/">https://fwu.de/biobook-nrw/</a>	Digitales Schulbuch für die Erprobungsstufe, kostenfreier Account über die Medienberatung NRW. ( <a href="http://www.medienberatung.schulministerium.nrw.de/Medienberatung/Lernmittel/Digitale-Schulbücher/biobook.html">http://www.medienberatung.schulministerium.nrw.de/Medienberatung/Lernmittel/Digitale-Schulbücher/biobook.html</a> ). Das Gruppenpuzzle befindet sich in Kapitel A1.1.
3	<a href="https://www.researchgate.net/publication/295247994_Vom_Wasser_aufs_Land_-_und_zurueck_Wie_man_phylogenetische_Systematik_verstehen_kann">https://www.researchgate.net/publication/295247994_Vom_Wasser_aufs_Land_-_und_zurueck_Wie_man_phylogenetische_Systematik_verstehen_kann</a>	Umfangreiche Präsentation von Ullrich Kattmann mit ausführlichen Erklärungen zu Schülervorstellungen und alternativen Herangehensweisen für den Kompetenzerwerb unter stärkerer Berücksichtigung der Evolution
4	<a href="https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matna-tech/bio/gym/bp2004/fb3/2_klasse5_6/3_lernzirkel/ab3/">https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matna-tech/bio/gym/bp2004/fb3/2_klasse5_6/3_lernzirkel/ab3/</a>	Der Lehrerbildungsserver des Landes Baden-Württemberg bietet hier ein Arbeitsblatt zum Vergleich von Vogel- und Säugetierknochen.
5	<a href="https://www.geo.de/geolino/basteln/3208-rtkl-das-gummiknochen-experiment">https://www.geo.de/geolino/basteln/3208-rtkl-das-gummiknochen-experiment</a>	2) Möglichkeit, die Entkalkung des Knochens als experimentelle Hausaufgabe durchführen zu lassen
6	<a href="http://www.schule-bw.de/faecher-und-schularten/mathematisch-naturwissenschaftliche-faecher/biologie/unterrichtsmaterialien/7-10/humanbio/skelett/knochen-bionik">http://www.schule-bw.de/faecher-und-schularten/mathematisch-naturwissenschaftliche-faecher/biologie/unterrichtsmaterialien/7-10/humanbio/skelett/knochen-bionik</a>	Die grundlegenden Prinzipien von stabilen, das heißt zug-, druck- und biegefesten aber dennoch materialsparenden Konstruktionen werden anhand der Knochen erklärt und auf Beispiele aus der Technik angewendet.

Letzter Zugriff auf die URL: 17.05.2019

## Jahrgangsstufe 5

### UV 3 „Erforschung von Bau und Funktionsweise der Pflanzen“

(ca. 9 Ustd., in blau: fakultative Aspekte bei höherem Stundenkontingent)

#### Inhaltsfeldbeschreibung (Auszug)

[...] Erhalt und nachhaltige Nutzung der biologischen Vielfalt setzen Kenntnisse über das System der Lebewesen und über Anpassungen von Organismen voraus. Naturerkundungen und originale Begegnungen erweitern die Artenkenntnis [...]. Die Auseinandersetzung mit ausgewählten Vertretern verschiedener Taxa findet in diesem Inhaltsfeld auf verschiedenen Ebenen statt. Durch die fachgerechte Beschreibung und Einordnung in das System der Lebewesen wird biologisches Wissen nachhaltig systematisiert. In der Anpassung von **Tieren und** Pflanzen an äußere Einflüsse zeigt sich in vielfältiger Weise der Struktur-Funktions-Zusammenhang. Am Beispiel von **Wirbeltierklassen und** ausgewählten Samenpflanzen werden morphologische Merkmale und die spezifische Individualentwicklung in den Fokus gerückt. [...]

#### Erweiterung des Kompetenzbereichs Kommunikation

K1 (Dokumentation):  
Die Schülerinnen und Schüler können das Vorgehen und wesentliche Ergebnisse bei Untersuchungen und Experimenten in vorgegebenen Formaten (Protokolle, **Tabellen**, Diagramme, **Zeichnungen**, **Skizzen**) dokumentieren  
→ *Hier v. a. Pfeil-Diagramm zur Veranschaulichung des Input und Output bei Wassertransport und Fotosynthese*

#### Experimente / Untersuchungen / Arbeit mit Modellen

##### **Alternativ: in UV 1: „Biologie erforscht das Leben“**

Bedienung des Mikroskops, Fokus: Erhalt eines scharfen Bildes.

- Betrachtung verschiedener Fertigpräparate von Geweben  
*Fertigpräparate in der Sammlung: z.B. Histologie der Säugetiere (Lungengewebe, Fettgewebe, Venen,...)*
- Bewusstmachung der verschiedenen Schärferebenen beim Mikroskopieren (**AB im Ordner**): Wasserpest (**auch Buch S. 118 ff**)  
*Kernaussage:  
Lebewesen bestehen aus Zellen.*
- Experiment zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Keimung (KLP)
- Langzeitbeobachtung zum Wachstum (KLP)

#### Beiträge zu den Basiskonzepten

##### **System:**

Unterscheidung der Systemebenen Zelle-Gewebe-Organ-Organismus  
Arbeitsteilung im Organismus am Beispiel der pflanzlichen Grundorgane

##### **Struktur und Funktion:**

##### **Entwicklung:**

Keimung und Wachstum  
Individualentwicklung

Stoff- und Energieumwandlung bei der Fotosynthese und ihrer Bedeutung		
---	--	--

<b>Sequenzierung:</b> <b>Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen / Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte</i>
<p><b>Wie ist eine Samenpflanze aufgebaut?</b></p> <p>Vielfalt und Anpassungen von Samenpflanzen</p> <p>Grundbauplan</p> <p>Bedeutung der Fotosynthese</p> <p>Funktionszusammenhang der Pflanzenorgane</p> <p style="text-align: right;">ca. 3 Ustd.</p>	<p>das Zusammenwirken der verschiedenen Organe einer Samenpflanze an einem Beispiel erläutern (UF1).</p>	<p>Arbeitsplan für die Bearbeitung der Fragestellung: Pflanzenschema (Grundbauplan) als advance organizer, in die das Stoffflüsse sukzessive eingezeichnet werden</p> <p>Zusammenhang von Organen und Funktion (Blätter = Fotosynthese; Wurzeln = Wasserversorgung) <b>(Buch S. 134-137)</b></p> <p>ABs im Ordner</p> <p>Wasseraufnahme über die Wurzel im natürlichen Lebensraum</p> <p><i>Die Alltagsvorstellung „Pflanzen nehmen Wasser über die Blätter auf.“ wird revidiert.</i></p> <p><i>Kernaussage:</i>  <i>Durch die Verdunstung an den Spaltöffnungen der Blätter wird Wasser aus den Wurzeln nachgezogen. Der Wasserstrom durch die Pflanze bringt ihr auch gelöste Mineralstoffe.</i></p>
<p><b>Wie entwickeln sich Pflanzen?</b></p> <p>Vielfalt und Anpassungen von Samenpflanzen</p> <p>Funktionszusammenhang der Pflanzenorgane</p> <p>Grundbauplan</p> <p>Keimung</p>	<p>das Zusammenwirken der verschiedenen Organe einer Samenpflanze an einem Beispiel erläutern (UF1).</p> <p>ein Experiment nach dem Prinzip der Variablenkontrolle zum Einfluss verschiedener Faktoren auf Keimung und Wachstum planen, durchführen und protokollieren (E1, E2, E3, E4, E5, E7, K1).</p>	<p>Einstieg: Präsentation eines „Pflanzen-Babys“ (z. B. Buchecker, Bohne)</p> <p><b>Buch S. 148-151 (ABs im Ordner)</b></p> <p>Bild des Entwicklungszyklus als advance organizer,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- zunächst im Fokus: Same -&gt; erwachsene Pflanze</li> <li>- nächstes UV: Pflanze -&gt; Samen)</li> </ul> <p><b>Problematisierung: Ist der Bohnensamen ein Embryo?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Präparation eines Bohnensamens, Betrachten unter Stereolupe</li> <li>- Auswertung u. a.: Schale, Grundorgane en miniature erkennbar, Energie aus den Keimblättern bis zur Grünfärbung, Quellung</li> </ul> <p><b>Problematisierung: Warum keimen die Samen nicht in der Tüte?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Präzisierung: Die Frage „Unter welchen Bedingungen keimen Samen?“ lässt sich mit Experimenten klären.</li> <li>- Sammeln von Vermutungen zu Keimungsbedingungen</li> <li>- S planen experimentelle Überprüfung mittels Kressesamen</li> </ul>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen / Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte</i>
<p style="text-align: center;">ca. 4 Ustd.</p>		<p>- Durchführung in arbeitsteiliger GA - bei der Auswertung Variablenkontrolle diskutieren (z. B. Ansatz im Kühlschrank, vgl. [3])</p> <p>Langzeitbeobachtung: Keimung und Wachstum von vorgequollenen Bohnen protokollieren (4 Wochen jeweils am Stundenbeginn oder Hausaufgabe)</p> <p><i>ggf. Wachstum des Sprosses nach Drehung oder durch Labyrinth</i> Auswertung z. B.: Pflanze als Baukastensystem, Funktion von Spross und Blättern in der Ausrichtung zum Licht sichtbar</p> <p><i>Kernaussage:</i> <i>Durch Variation eines einzelnen Faktors lässt sich dessen Einfluss auf die Keimung experimentell bestimmen.</i> <i>Die Entwicklung von Wurzel, Spross und Blättern ist in wesentlichen Aspekten (Gestalt, Farbe, Hauptwachstumsrichtung) vorprogrammiert, aber z. B. in Bezug auf die Ausrichtung zum Lichteinfall hin variabel.</i></p>

<b>Nr.</b>	<b>Quellenangabe</b>	<b>Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle</b>
<p style="text-align: center;">1</p>	Film: „Peter baut sich grüne Wände“ (ZDF 1990, etwa 30 min, Löwenzahn Classics 88; Staffel 9, Folge 6)	Peter Lustig erforscht die kühlende Wirkung von Pflanzen; u. a. weist er die pflanzliche Transpiration nach (3:51). Der Film lässt sich u. a. auf youtube ansehen.
<p style="text-align: center;">2</p>	Testaufgabe zur Erkenntnisgewinnung, in: Philipp Schmiemann „Aufgaben“ in Unterricht Biologie 387/388 (2013), S. 2-8, S. 7.	Aufgabe zur Faktorenkontrolle in einem Basisartikel zu Aufgaben im Biologieunterricht. Die Aufgabe bezieht sich auf eine kleine Geschichte von einem forschenden Jungen.



## Jahrgangsstufe 5

### UV 4 „Vielfalt der Blüten – Fortpflanzung von Blütenpflanzen“

(ca. 11 Ustd., in blau: fakultative Aspekte bei höherem Stundenkontingent)

#### Inhaltsfeldbeschreibung (Auszug)

[...] Erhalt und nachhaltige Nutzung der biologischen Vielfalt setzen Kenntnisse über das System der Lebewesen und über Anpassungen von Organismen voraus. Naturerkundungen und originale Begegnungen erweitern die Artenkenntnis [...].

Die Auseinandersetzung mit ausgewählten Vertretern verschiedener Taxa findet in diesem Inhaltsfeld auf verschiedenen Ebenen statt.

Durch die fachgerechte Beschreibung und Einordnung in das System der Lebewesen wird biologisches Wissen nachhaltig systematisiert.

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

Am Beispiel von **Wirbeltierklassen und** ausgewählten Samenpflanzen werden morphologische Merkmale und die spezifische Individualentwicklung in den Fokus gerückt. [...]

Zudem stehen grundlegende biologische Arbeitsweisen und -techniken im Mittelpunkt

#### Erweiterung des Kompetenzbereichs Kommunikation

K2 (Informationsverarbeitung):

Die Schülerinnen und Schüler können nach Anleitung biologische Informationen und Daten aus analogen und digitalen Medienangeboten (**Fachtexte, Filme, Tabellen**, Diagramme, Abbildungen, Schemata) entnehmen, sowie deren Kernaussagen wiedergeben **und die Quelle notieren**.

→ Hier: Blütendiagramme und Entscheidungsbäume

K1 (Dokumentation):

Die Schülerinnen und Schüler können das Vorgehen und wesentliche Ergebnisse bei Untersuchungen und Experimenten in vorgegebenen Formaten (Protokolle, **Tabellen, Diagramme**, Zeichnungen, **Skizzen**) dokumentieren.

#### Experimente / Untersuchungen / Arbeit mit Modellen

- Präparation von Blüten (KLP)
  - **Strukturmodelle verschiedener Blüten**
  - Funktionsmodelle zur Ausbreitung von Samen (KLP)
  - Kennübungen zu Blütenpflanzen im Schulumfeld
  - **Herbarium**
  - Mikroskopieren (KLP)
  - Herstellung einfacher Nasspräparate
- Schülerversuch, Schritte des naturwissenschaftlichen Weges der Erkenntnisgewinnung

Vertiefung und Erweiterung: Mikroskopische Untersuchung von Pflanzen und Tieren

#### Beiträge zu den Basiskonzepten

**System:**

**Struktur und Funktion:**

**Entwicklung:**

Unterscheidung der Systemebenen Zelle-Gewebe-Organ-Organismus bei Befruchtung und Samenbildung Arbeitsteilung im Organismus am Beispiel der Blütenbestandteile	Angepasstheit bei Früchten und Samen	sexuelle Fortpflanzung ungeschlechtliche Vermehrung
---	--------------------------------------	--

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen / Alltagsvorstellungen</i> <i>in blau: fakultative Aspekte</i>
<p><b>Welche Funktion haben Blüten?</b></p> <p><b>Warum sind sie so vielfältig?</b></p> <p>Vielfalt und Angepasstheiten von Samenpflanzen</p> <p>Fortpflanzung und Ausbreitung</p> <p style="text-align: right;">ca. 4 Ustd.</p>	<p>Blüten nach Vorgaben präparieren und deren Aufbau darstellen (E2, E4, K1).</p>	<p>Problematisierung: Blumenstrauß führt zu Unterrichtsfragen, die im Verlauf des UV genauer untersucht werden müssen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Was ist gemeinsam, was verschieden bei den Blüten?</li> <li>- Wie sind die Blüten aufgebaut?</li> <li>- Welche Funktion haben die Blüten für die Pflanzen? (<b>S. 138-141 ABs im Ordner</b>)</li> </ul> <p>Vorgehen z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Blüten-Präparation (z. B. Raps) unter dem Binokular</li> <li>- Darstellung als Legebild</li> <li>- Vergleich mit anderen Blüten (Legebilder, Abbildungen, Modelle) zeigt Grundbauplan</li> <li>- Information: Funktion der Blütenbestandteile</li> <li>- arbeitsteilige GA mit Modellen aus der Sammlung (auch Gräser) zur Wiederholung des Blütenaufbaus, führt zu Pflanzenfamilien</li> <li>- Film [1,2] zeigt verschiedene Bestäubungstypen</li> <li>- Demonstrationsexperiment: Keimen von Pollenkörnern [3]</li> <li>- Bestäubung, Befruchtung und Fruchtentwicklung mittels Trickfilm [4]</li> <li>- Lehrerinfo (z. B. anhand von Ausläufern bei Erdbeeren): alternativ ungeschlechtliche Vermehrung mit exakt gleichen Nachkommen</li> </ul> <p><i>Kernaussage:</i> Blüten sind sehr vielfältig, haben aber einen ähnlichen Aufbau und dienen der Fortpflanzung: Bestäubung, Befruchtung und Samenbildung. Blüten werden von verschiedenen Blütenbesuchern oder durch den Wind bestäubt. Aus einer befruchteten Eizelle entwickelt sich ein Embryo, der mit Nährgewebe und schützender Hülle ausgestattet wird.</p>

<b>Sequenzierung:</b> <b>Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen / Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte</i>
<p><b>Wie erreichen Pflanzen neue Standorte, obwohl sie sich nicht fortbewegen können?</b></p> <p>Vielfalt und Anpasstheiten von Samenpflanzen</p> <p>Fortpflanzung und Ausbreitung</p> <p>ca. 3 Ustd.</p>	<p>den Zusammenhang zwischen der Struktur von Früchten und Samen und deren Funktion für die Ausbreitung von Pflanzen anhand einfacher Funktionsmodelle erklären (E6, UF2, UF3).</p>	<p>Einstieg: Abbildung einer Birke in der Dachrinne o.ä. führt zur Fragestellung. <b>S. 142-147</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sammlung von Vorwissen</li> <li>- Zuordnung und Ergänzung mittels Film [5], <a href="#">individualisiertes Arbeiten möglich</a></li> <li>- Systematisierung: Benennen verschiedener Ausbreitungstypen</li> </ul> <p>Hausaufgabe (falls jahreszeitlich schon möglich):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Auffinden der genannten Ausbreitungstypen in der häuslichen Umgebung</li> <li>- <a href="#">Fotografieren der beschrifteten Früchte, Hochladen auf elearning-Plattform</a></li> </ul> <p>Funktionsmodell zur Ausbreitung (für viele weitere Ideen vgl. [6]):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Haften von Klettfrüchten (z. B. Klette, Nelkenwurz) an verschiedenen Materialien (Regenjacke, Hose, Wollpulli etc.)</li> </ul> <p>Auswertung: Anpasstheit an Ausbreitung mittels felltragender Tiere</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="#">Bau eines Funktionsmodells einer Flugfrucht</a></li> <li>- <a href="#">Bestimmung von Masse und Tragfläche</a></li> <li>- <a href="#">Variation der Masse (z. B. mit Büroklammern)</a></li> </ul> <p><a href="#">Auswertung: Flugeigenschaften mit dem Verhältnis von Masse und Tragfläche in Beziehung setzen</a></p> <p><i>Kernaussage:</i>  <i>Pflanzen bilden nach der Befruchtung vielfältige Strukturen, die die Ausbreitung unterstützen.</i>  <i>Funktionsmodelle liefern Vermutungen, wie bestimmte Strukturen in der Natur funktionieren.</i></p>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen / Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte</i>
<p><b>Wie lässt sich die Vielfalt von Blütenpflanzen im Schulumfeld erkunden?</b></p> <p>Artenkenntnis</p> <p>ca. 4 Ustd.</p>	<p>einen Bestimmungsschlüssel (auch digital) zur Identifizierung einheimischer Samenpflanzen sachgerecht anwenden und seine algorithmische Struktur beschreiben (E2, E4, E5, E7).</p>	<p>Einstieg: Welche Pflanzen sind in der Schulumgebung häufig zu finden?  <b>S. 152-155, ABs im Ordner</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erheben von Vorwissen</li> <li>- <b>Notieren von Beobachtungshypothesen</b></li> <li>- Herausarbeiten der Notwendigkeit, einzelne Pflanzen zu bestimmen, um sie benennen und ihre Häufigkeit erheben zu können</li> </ul> <p>Üben des Bestimmens an (ggf. mitgebrachten) Pflanzen mit Bestimmungsoftware, z. B. [7]</p> <p>Problematisierung: „Was macht der Computer eigentlich?“</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyse des Bestimmungsalgorithmus anhand von analogem Bestimmungsschlüssel [9, 10] <b>und/oder</b> Software [7, 8]</li> <li>- Visualisierung in einem Entscheidungsbaum</li> <li>- <b>Thematisieren von komplexen, für Nutzer nicht sichtbaren Algorithmen [11]</b></li> </ul> <p>Kennübungen Blütenpflanzen durch einen Unterrichtsgang, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Finden und Mitbringen von je einer Pflanze mittels einlaminiertem Foto</li> <li>- Vorstellen der Pflanze anhand von auf der Rückseite abgedruckten ausgewählten Merkmalen und Besonderheiten (Stützwissen, vgl. [12,13])</li> </ul> <p>Ziel: Kennen von mindestens 12 krautige Blütenpflanzen im Schulumfeld (Leistungsüberprüfung: in Präsentations-Software erstelltes Quiz)</p> <p><i>Kernaussage:</i>  <i>Bestimmungsschlüssel lenken die Aufmerksamkeit nacheinander auf ein Merkmal pro Schritt und zwei oder mehr alternative Merkmalsausprägungen. Es werden nur ausgewählte Merkmale überprüft.</i>  <i>Mit etwas Erfahrung lassen sich Blütenpflanzen an Sondermerkmalen oder am Gesamteindruck (Habitus) schneller wiedererkennen.</i></p> <p><b>Herbarium mit 5-10 Blütenpflanzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- krautige Blütenpflanzen aus dem Schulumfeld</li> <li>- Ordnen nach Pflanzenfamilien</li> </ul> <p><b>Alternativen: Klassenherbarium, digitales Herbarium</b></p>

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i> inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Schülerinnen und Schüler können...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen <i>Kernaussagen / Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte</i>
		(Anleitung für Herbarium und Artenliste für das Schulumfeld im Fachschaftsordner!)
Alternativen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erarbeitung des Bestimmens anhand von Holzgewächsen (v. a. Blattmerkmale), ggf. auch mit einlamierten Blättern (bei genügend Zeit auch zusätzlich)</li> <li>• Verschiebung von Sequenzen innerhalb des Unterrichtsvorhabens in Abhängigkeit von den jahreszeitlichen Bedingungen</li> </ul>		

#### Weiterführende Materialien:

Nr.	Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	Film: „Blütenbestäubung durch Insekten“ FWU 4201172 (1989, 16 min.)	4 verschiedene Blütentypen und entsprechende Blütenbesucher werden vorgestellt. Sparsamer Kommentar eröffnet nicht zu viele Nebenschauplätze und lässt Raum für das Beobachten.
2	Film: „Windbestäubung“ FWU (2010, 1:33 min.)	kurze, prägnante Beschreibung am Beispiel von Mais
3	Bruno P. Kremer „Blüten experimentell“ Bern: Haupt 2013, S. 54ff. online unter: <a href="https://www.haupt.ch/verlagdownload/zusatzmaterial/9783258077826_Kremer_Blueten_experimentell.pdf">https://www.haupt.ch/verlagdownload/zusatzmaterial/9783258077826_Kremer_Blueten_experimentell.pdf</a>	Das Buch beschreibt viele mögliche Experimente mit Blüten. Hier wird zunächst ein Versuch zur Pollenkeimung beschrieben (Dauer bis zur Keimung meist etwa 30 min). Auf S. 60 ff. findet sich außerdem ein etwas mehr Zeit in Anspruch nehmendes Experiment, mit dem sich auch die Bewegungsrichtung der Pollenschläuche zur Narbe hin untersuchen lässt.
4	Film: „Bestäubung und Befruchtung“ FWU 5607098 (2010, 1:27 min)	Der Trickfilm zeigt am Beispiel einer Kirschblüte Bestäubung, Befruchtung und Fruchtbildung.
5	Film: „Samenverbreitung“ FWU 4201662 (1983, 14 min)	Der Film zeigt anhand von neun Beispielen (Auswahl möglich) verschiedene Ausbreitungsstrategien.
6	„Von Früchten und Samen das Fliegen lernen“ Stuttgart: 2012 [online unter <a href="http://www.bwstiftung.de/uploads/tx_news/BWS_IdeenkastenBionik_web.pdf">www.bwstiftung.de/uploads/tx_news/BWS_IdeenkastenBionik_web.pdf</a>	Die Broschüre zeigt, wie sich die Flugeigenschaften von Früchten durch eingehende Untersuchung und durch Variationen beim Nachbau erforschen lassen. Sie vermittelt dadurch einen Eindruck von der Schnittstelle Natur – Technik.
7	<a href="http://kukkakasvit.luontoportti.fi/index.phtml?lang=de">http://kukkakasvit.luontoportti.fi/index.phtml?lang=de</a>	Der Bestimmungsschlüssel wird am Institut für Lehrerbildung der Universität Helsinki erarbeitet. Er ist für Pflanzen, Vögel, Schmetterlinge und Fische in

		<p>Finnland konzipiert. Für fast alle häufigen Pflanzen in NRW benutzbar (außer Blühbeginn!).</p> <p>Die Pflanzen-Bestimmung ist nach generativen und vegetativen Merkmalen möglich. Es können mehrere Merkmale untersucht werden. Die Arten, die die gewählte Merkmalsausprägung bzw. deren Kombination zeigen, werden mit Foto angezeigt.</p>
8	<a href="http://id-logics.com/">http://id-logics.com/</a>	<p>Bestimmungsschlüssel für Gehölze (und Mollusken), Uni Bamberg</p> <p>Der Bestimmungsschlüssel existiert auch als App, momentan mit den Artengruppen Frühjahrsblüher, Hummeln sowie Muscheln und Schnecken.</p>
9	<a href="https://www.gymnasium-meschede.de/images/mint/bestimmungsschluesel.pdf">https://www.gymnasium-meschede.de/images/mint/bestimmungsschluesel.pdf</a>	<p>Bestimmungsschlüssel für die sieben häufigsten Pflanzenfamilien, findet sich in abgewandelter Form auch an anderer Stelle.</p> <p>Der Schlüssel hat den Vorteil, dass eine systematische Betrachtung eingeführt wird. Dies ermöglicht den Schülerinnen und Schülern eine überblickhafte Orientierung (vgl. auch UV 5.2, Zusammenhang von Ähnlichkeit und Verwandtschaft).</p> <p>Um das Prinzip „Bestimmungsschlüssel“ zu erarbeiten eignet sich der Schlüssel gut, weil in einem Schritt jeweils nur ein Merkmal untersucht wird. Wegen der Begrenzung auf 7 Familien am besten mit ausgewählten Pflanzen durchführen (vorher sammeln).</p>
10	<a href="http://www.steinundkraut.de/pflanzenkunde.php">http://www.steinundkraut.de/pflanzenkunde.php</a>	<p>Hier findet sich, neben einer Beschreibung der wichtigsten Pflanzenfamilien, weiter unten auf der Seite auch ein analoger Bestimmungsschlüssel, der als dichotomer Entscheidungsbaum aufgezeichnet ist.</p>
11	<a href="https://identify.plantnet.org/">https://identify.plantnet.org/</a>	<p>Zu dieser Bestimmungs-Software gibt es auch eine App, so dass man damit im Gelände arbeiten kann.</p> <p>Auf ein Foto hin werden den Nutzern Fotos von ähnlichen Pflanzen vorgeschlagen. Da der Algorithmus aber für die Nutzer nicht nachvollziehbar ist, ist der didaktische Wert in Bezug auf die Fachmethode „Bestimmen“ gering: die Schüler/innen müssen nicht gezielt nach Merkmalen gucken.</p> <p>Eignet sich gut, wenn es um das Ergebnis der Bestimmung geht (z. B. Kartierung).</p>
12	Wilfried Stichmann „5-Minuten-Biologie“ in: Unterricht Biologie 176 (Juli 1992)	<p>Der Artikel stellt die „5-Minuten-Biologie“ als Unterrichtsmethode u. a. zum Aufbau von Artenkenntnis (Stichmann spricht richtiger von „Formenkenntnis“) vor.</p>
13	Ruprecht Düll/Herfried Kutzelnigg: „Taschenlexikon der Pflanzen Deutschlands“ Heidelberg: Quelle und Meyer 82016	<p>Das Lexikon versammelt viele als „Geschichten“ für den Zugang zu heimischen Pflanzen essentielle Informationen. Ein Muss für jede Biologielehrerin und jeden Biologielehrer. Für den Schulgebrauch unpraktisch: die Pflanzen sind nach wissenschaftlichen Namen sortiert (deutsche Namen im Register).</p>

Letzter Zugriff auf die URL: 16.05.2019

### 3.2. Stufe 6

## Jahrgangsstufe 6: UV 1 „Ernährung und Verdauung“

(ca. 15 Ustd.)

### Inhaltsfeldbeschreibung (Auszug)

Fundierte Kenntnisse zur Funktionsweise des Organismus ermöglichen Entscheidungen für eine gesunde Lebensweise. Unter Berücksichtigung eigener Körpererfahrungen wird die Leistungsfähigkeit des menschlichen Körpers auf anatomischer und physiologischer Ebene mit folgenden Schwerpunktsetzungen betrachtet. Die biologischen Konzepte [...] Ernährung und Verdauung bilden die Voraussetzung für das Verständnis der komplexen Zusammenhänge im Stoffwechsel des Menschen.

#### Erweiterung des Kompetenzbereichs Kommunikation

#### Experimente / Untersuchungen / Arbeit mit Modellen

##### **K1 (Dokumentation):**

Die SuS können das Vorgehen und wesentliche Ergebnisse bei **Untersuchungen und Experimenten** in vorgegebenen Formaten (Protokolle, **Tabellen, Diagramme, Zeichnungen, Skizzen**) dokumentieren.

##### **K2 (Informationsverarbeitung):**

Die SuS können nach Anleitung biologische Informationen und Daten aus analogen **und digitalen** Medienangeboten (Fachtexte, **Filme**, Tabellen, Diagramme, Abbildungen, **Schemata**) entnehmen sowie deren Kernaussagen wiedergeben **und die Quelle notieren**.

- Einfache Nährstoffnachweise (KLP)  
(Fehling, Fettfleckprobe, Essigessenz, Lugolsche Lösung)
- Amylase-Experiment

### Beiträge zu den Basiskonzepten

#### **System:**

Arbeitsteilung im Organismus  
Stoff- und Energieumwandlung im menschlichen Körper

#### **Struktur und Funktion:**

Oberflächenvergrößerung im Darm

#### **Entwicklung:**

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen /Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / Vernetzungen</i>
<p><b>Woraus besteht unsere Nahrung?</b> Nahrungsbestandteile und ihre Bedeutung</p> <p style="text-align: right;">ca. 3 Ustd.</p>	<p>bei der Untersuchung von Nahrungsmitteln einfache Nährstoffnachweise nach Vorgaben planen, durchführen und dokumentieren (E1, E2, E3, E4, E5, K1).</p>	<p>Einteilung der Nährstoffe in Bau- und Betriebsstoffe</p> <p>Planung und Durchführung einfacher Experimente zum Nachweis von Nährstoffen in arbeitsteiliger Gruppenarbeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zucker (Glucose-Teststäbchen),</li> <li>- Eiweiß (Essigessenz)</li> <li>- Fett (Fettfleckprobe)</li> <li>- Stärke (Lugolsche Lösung)</li> </ul> <p>Anfertigung eines Protokolls nach der Vorlage aus UV 5.5</p>
<p><b>Wie ernährt man sich gesund?</b> Ausgewogene, nachhaltige Ernährung</p> <p style="text-align: right;">ca. 7 Ustd.</p>	<p>Empfehlungen zur Gesunderhaltung des Körpers <b>und zur Suchtprophylaxe</b> unter Verwendung von biologischem Wissen entwickeln (B3, B4, K4).</p> <p>Lebensmittel anhand von ausgewählten Qualitätsmerkmalen beurteilen (B1, B2).</p>	<p>Stationenlernen zur gesunden Ernährung (<b>Material im Ordner</b>)</p> <p style="color: green;">➔ Beitrag zum Gesundheitskonzept</p> <p style="color: green;">Beitrag zum Nachhaltigkeitskonzept:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gesunde Ernährung (Stationenlernen)</li> <li>- Informationen auf Nahrungsmittelverpackungen, Inhaltsstoffe (Stationenlernen)</li> <li>- Fast Food vs. Slow Food*</li> <li>- Bio-Lebensmittel</li> <li>- Vegetarismus/Veganismus</li> </ul> <p>* Vorschlag: Einspielen des Trailers (1.40 Min) zum Film „Super size me“ vorspielen, Vorhersagen treffen lassen über den Ausgang des Selbstversuchs [2],</p> <p>Vergleich zweier Mahlzeiten (Fast Food Menu einer beliebigen Burgerkette im Vergleich zur Kantine der Schule) in Bezug auf Gehalt an Energie, Kohlenhydraten, Fett, Eiweißen, Vitaminen und Mineralstoffen mit Hilfe von Nährstofftabellen oder als Internetrecherche</p> <p>Lebensmittelverschwendung, Vorteil saisonaler und regionaler Lebensmittel -&gt; Bezug zum UNESCO-Profil herstellen</p> <p>Bildvergleich „Super size me“ vorher und hinterher [3]</p>





<b>Sequenzierung:</b> <b>Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen /Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / Vernetzungen</i>
ca. 5 Ustd.	<p>am Beispiel des Dünndarms <b>und der Lunge</b> das Prinzip der Oberflächenvergrößerung und seine Bedeutung für den Stoffaustausch erläutern (UF4)</p> <p>Blut als Transportmittel für Nährstoffe, <b>Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid</b> beschreiben <b>und die Bedeutung des Transports für die damit zusammenhängenden Stoffwechselvorgänge erläutern</b> (UF1, UF2, UF4),</p>	<p>Waschpulver [8]</p> <p>Vergleich Abb. Dünndarm mit Zotten aus dem Schulbuch mit beliebigem Rohr/Schlauch, Verdeutlichung des Prinzips der Oberflächenvergrößerung durch Flächenvergleiche, <b>Vergleich Stofftaschentuch/Geschirrtuch/Handtuch in Bezug auf Wasseraufnahme, Auflösezeit von Brühwürfel ganz bzw. verkleinert in heißen Wasser</b></p> <p>Auswerten von Blutzuckerwerten im Blutplasma vor und nach einer Mahlzeit [9]</p> <p><i>Kernaussage:</i>  <i>Enzyme zerlegen die Nährstoffe in ihre Grundbausteine, die dann über die Darmwand ins Blut gelangen. Die Aufnahme in das Blut wird sowohl durch die Vergrößerung der Aufnahmefläche der Dünndarmwand als auch durch die Zerlegung in Einzelbausteine ermöglicht.</i></p> <p>Mögliche Lernerfolgskontrolle: Legen eines Trimino [10]</p>

**Weiterführende Materialien:**

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.zalp.ch/aktuell/suppen/suppe_2004_03_01/su_mi.html">https://www.zalp.ch/aktuell/suppen/suppe_2004_03_01/su_mi.html</a>	Es finden sich zahlreiche Tabellen zur Zusammensetzung im Internet. Der angegebene Link enthält vergleichende Angaben zur Kuh-, Schaf- Ziegen und Stutenmilch nicht nur in Bezug auf die Nährstoffe, sondern auch Mineralien und Vitamine.

2	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=F198TzTnG9g">https://www.youtube.com/watch?v=F198TzTnG9g</a>	Trailer zum Film „Super size me“
3	Stichwortsuche (Internet)	Bild zum Versuchsergebnis „Super size me“ vorher und nachher
4	<a href="https://www.codecheck.info/hintergrund/naehrwert-ampel">https://www.codecheck.info/hintergrund/naehrwert-ampel</a>	Das Ampelsystem ist leicht verständlich, trennt Lebensmitteln und Getränke und ermöglicht einen schnellen Produktvergleich.
5	<a href="https://www.ble-medien-service.de/1610/Der-Weg-der-Nahrung-Materialsammlung-fuer-die-Sek-I">https://www.ble-medien-service.de/1610/Der-Weg-der-Nahrung-Materialsammlung-fuer-die-Sek-I</a>	Neben dem angesprochenen Simulationsversuch finden sich hier zahlreiche weitere Arbeitsblätter und kurze Unterrichtsfilme. Das 2018 erschienene kostenpflichtige Heft „Der Weg der Nahrung – Materialsammlung für die Sek. I“ (ISBN/EAN 978-3-8308-1326-2) beinhaltet den Download-Link für die Unterrichtsfilme. Herausgeber ist die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. Alternativ: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=7av19YhNkhE">https://www.youtube.com/watch?v=7av19YhNkhE</a>
6	<a href="http://www.eduhi.at/gegenstand/latein/data/Das_Gleichnis_vom_Koerper_und_dem_Magen.doc">http://www.eduhi.at/gegenstand/latein/data/Das_Gleichnis_vom_Koerper_und_dem_Magen.doc</a>	Das Gleichnis von Titus Livius findet sich in zahlreichen Internetquellen. Der vorliegende Link stellt eine sprachlich vereinfachte Version dar. Auch in den Geschichtsbüchern der Jahrgangsstufe 6 findet sich die Quelle (Mosaik Bd. 1, S. 107, Geschichte und Geschehen Bd. 1, S. 125) in sprachlich einfacher Form.
7	<a href="https://www.chids.de/dachs/praktikumsprotokolle/PP0089Hydrolyse_Staerke.pdf">https://www.chids.de/dachs/praktikumsprotokolle/PP0089Hydrolyse_Staerke.pdf</a>	Auch hier gibt es zahlreiche Anleitungen im Internet, wichtig für die Durchführung in einer Unterrichtsstunde ist es, mit einer stark verdünnten (1 % igen) Stärkelösung zu arbeiten, da der Nachweis mittels Lugolscher Lösung hochsensibel ist. Die Sensibilität des Nachweises lässt sich mithilfe einer Verdünnungsreihe eindrucksvoll demonstrieren.
8	<a href="https://www.bio-logisch-nrw.de/aufgabenarchiv/">https://www.bio-logisch-nrw.de/aufgabenarchiv/</a>	Das Experiment stammt aus dem Schülerwettbewerb „bio-logisch“ 2009. Beim Demonstrationsversuch sollte man sich auf folgende Ansätze beschränken: Glas 1: Wasser, Glas 2: Wasser und 1 Teelöffel Eiklar, Glas 3: Wasser, 1 Teeöffel Eiklar, Teeöffel
9	Stichwortsuche (Internet): Blutzuckerwerte vor und nach einer Mahlzeit	In den Schulbüchern findet man beim Thema Diabetes häufig Tabellen, die auch die Werte von gesunden Patienten als Vergleich darstellen.
10	<a href="http://paul-matthies.de/Schule/Trimino.php">http://paul-matthies.de/Schule/Trimino.php</a>	Trimino ist eine Variante des Dominospiels, mit dem Trimino-Generator lassen sich unterschiedliche Formen mit eigenen Begriffen erzeugen, als pdf-Dokument herunterladen und ausdrucken. Es ist für Zuordnungsaufgaben in allen Fächern bis in die Sekundarstufe II einsetzbar.

Letzter Zugriff auf die URL: 17.05.2019

**Jahrgangsstufe 6:**  
**UV 2 „Bewegung – Teamarbeit für den ganzen Körper“**  
 (ca. 8 Ustd.)

**Inhaltsfeldbeschreibung (Auszug)**

Fundierte Kenntnisse zur Funktionsweise des Organismus ermöglichen Entscheidungen für eine gesunde Lebensweise. Unter Berücksichtigung eigener Körpererfahrungen wird die Leistungsfähigkeit des menschlichen Körpers auf anatomischer und physiologischer Ebene [...] betrachtet.

**Erweiterung des Kompetenzbereichs Kommunikation**

**Experimente / Untersuchungen / Arbeit mit Modellen**

- Vergleich von Struktur- und Funktionsmodell (Skelett sowie Funktionsmodell Beuger/Strecker aus der Sammlung)

**Beiträge zu den Basiskonzepten**

**System:**

**Struktur und Funktion:**

Gegenspielerprinzip am Beispiel der Muskulatur

**Entwicklung:**

**Sequenzierung:**

**Fragestellungen**

inhaltliche Aspekte

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**

Schülerinnen und Schüler können...

**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen**

*Kernaussagen / Alltagsvorstellungen / **fakultative Aspekte***

**Wie ist unser Skelett aufgebaut, so dass es stabil ist und dennoch Bewegungen ermöglicht?**

Abschnitte des Skeletts und ihre Funktionen

Zusammenhänge zwischen Bau und Funktion **jeweils** am Beispiel **der Verdauungsorgane, der Atmungsorgane, des Herz- und Kreislaufsystems** und des Bewegungssystems erläutern (UF1, UF4).

**Maßnahmen und Verhaltensweisen zur eigenen Gesunderhaltung beurteilen (UF4).**

Problematisierung: gemeinsames Seilchenspringen

- zur Klärung der Voraussetzungen für Bewegungen das Skelettmodell aus der Sammlung präsentieren.

Das Skelett ist nicht aus einem „Guss“: Eigenschaften des Skeletts sammeln (z.B. große Vielfalt der Knochen, stabile Knochen, viele Gelenke zwischen Knochen)

Klärung der Grundfunktionen wesentlicher Abschnitte.

**Bastelbogen des menschlichen Skeletts“ [1] (evtl. als Hausaufgabe) ausschneiden lassen.**

Fokussierung auf Fuß- und Handskelett sowie Vergleich Kugel- und Scharniergelenk am Bsp. Schulter- und Kniegelenk und Rückgriff auf das

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen / Alltagsvorstellungen / <a href="#">fakultative Aspekte</a></i>
<p style="text-align: center;">ca. 4 Ustd.</p>		<p>Seilchenspringen, um den Struktur-Funktionszusammenhang zu verdeutlichen (Abfedern und Umgreifen, evtl. auch Rotation der Schulter) Reduktion auf wenige gut am Skelett erkennbare Merkmale, keine detaillierte Benennung der einzelnen Knochen,</p> <p><a href="#">Basteln von Wirbelsäulenmodellen, Funktion der Bandscheiben</a> <i>Kernaussage:</i> <i>Die einzelnen Abschnittsgruppen des Skeletts weisen jeweils strukturelle Anpassungen an ihre spezifische Funktion auf.</i> <i>Im Fußskelett zeigt sich eine Anpassung an die erhöhte Druckbelastung beim aufrechten Gang; der Bau des Handskeletts ermöglicht das Greifen.</i></p> <p><b>Beitrag zum Gesundheitskonzept:</b> <b>Haltungsfehler, evtl. häufige Verletzungen im Sport</b></p> <p><b>Vernetzung mit dem Fach Sport:</b> <b>Haltung, Muskeltraining</b></p>
<p><b>Wie arbeiten Knochen und Muskeln bei der Bewegung zusammen?</b> Grundprinzip von Bewegungen ca. 4 Ustd.</p>	<p>das Grundprinzip des Zusammenwirkens von Skelett und Muskulatur bei Bewegungen erklären (UF1).</p>	<p>Rückgriff auf die Problematisierung: Seilchenspringen alternativ: Kurzfilm „The Skeleton Dance“ [2] Fokussierung auf fehlende Muskeln und Sehnen Einführung des Gegenspielerprinzips und Veranschaulichung mithilfe eines Funktionsmodells zur Muskelbewegung des Beugers und Streckers <a href="#">Basteln eines Funktionsmodells mit Modellkritik [3]</a></p> <p><i>Die Alltagsvorstellung „Ein Muskel zieht sich zusammen und entspannt sich“ wird durch das Funktionsmodell kontrastiert.</i> <i>Kernaussage:</i> <i>Die Position der Muskeln im Körper, ihre Verbindung zum Skelett durch Sehnen und ihre Fähigkeit zur Kontraktion ermöglichen Bewegungen.</i></p>

**Weiterführende Materialien:**

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

1	<a href="https://kinderuni.at/wp-content/uploads/2018/11/bastelanleitung-skelett.pdf">https://kinderuni.at/wp-content/uploads/2018/11/bastelanleitung-skelett.pdf</a>	Bastelbögen und –anleitungen finden sich in vielen Materialsammlungen von Schulbüchern. Ein sehr anschauliches Skelett, das auch gut beschriftet werden kann, bietet die Kinderuni Wien.
2	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=vOGhAV-84il">https://www.youtube.com/watch?v=vOGhAV-84il</a>	Walt Disney Comic: „The Skeleton Dance“
3	<a href="https://www.lehrplanplus.bayern.de/sixcms/media.php/72/NT5_Aufgabe_Gegenspielerprinzip%20Modell.pdf">https://www.lehrplanplus.bayern.de/sixcms/media.php/72/NT5_Aufgabe_Gegenspielerprinzip%20Modell.pdf</a>	Neben der Bastelanleitung gibt es Aufgaben zum Modellvergleich und zur Modellkritik.

Letzter Zugriff auf die URL: 21.05.2019

## Jahrgangsstufe 6: UV 3 „Atmung und Blutkreislauf“

(ca. 16 Ustd.)

### Inhaltsfeldbeschreibung (Auszug)

Fehlernährung, Bewegungsmangel, Stress und Suchtverhalten sind Auslöser für viele Zivilisationserkrankungen. Fundierte Kenntnisse zur Funktionsweise des Organismus ermöglichen Entscheidungen für eine gesunde Lebensweise und fördern die Bereitschaft, Maßnahmen zur Vermeidung von Infektions- und Zivilisationskrankheiten im persönlichen Bereich zu ergreifen. Unter Berücksichtigung eigener Körpererfahrungen wird die Leistungsfähigkeit des menschlichen Körpers auf anatomischer und physiologischer Ebene betrachtet. Die Konzepte Atmung und Blutkreislauf sowie Ernährung und Verdauung bilden die Voraussetzung für das Verständnis der komplexen Zusammenhänge im Stoffwechsel des Menschen.

#### Erweiterung des Kompetenzbereichs Kommunikation

#### Experimente / Untersuchungen / Arbeit mit Modellen

##### **K1 (Dokumentation):**

Die Schülerinnen und Schüler können das Vorgehen und wesentliche Ergebnisse bei Untersuchungen und Experimenten in vorgegebenen Formaten (Protokolle, Tabellen, Diagramme, Zeichnungen, Skizzen) dokumentieren.

##### **K2 (Informationsverarbeitung):**

Die Schülerinnen und Schüler können nach Anleitung biologische Informationen und Daten aus analogen und digitalen Medienangeboten (Fachtexte, Filme, Tabellen, Diagramme, Abbildungen, Schemata) entnehmen sowie deren Kernaussagen wiedergeben und die Quelle notieren.

- Quantitatives Experiment zur Abhängigkeit der Herzschlag- oder Atemfrequenz von der Intensität körperlicher Anstrengung (KLP)
- Experimente zur Ein- und Ausatemluft bzw. zur Rolle von O<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub> bei Verbrennungsprozessen
- Funktionsmodell zur Atemmuskulatur (KLP) (hier: Zwerchfellatmung)
- Funktionsmodell des Herzens (KLP)
- Mikroskopie von Blut (Fertigpräparat) (KLP)

### Beiträge zu den Basiskonzepten

#### **System:**

Systemebenen Zelle-Gewebe-Organ-Organismus  
Arbeitsteilung im Organismus am Beispiel des Gastransports  
Stoff- und Energieumwandlung im menschlichen Körper

#### **Struktur und Funktion:**

Oberflächenvergrößerung in der Lunge

#### **Entwicklung:**

<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b>  Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>  <i>Kernaussagen / Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte</i>
<p><b>Warum ist Atmen lebensnotwendig?</b></p> <p>Gasaustausch in der Lunge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Luft als Gemisch verschiedener Gase</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca. 1 Ustd.</p>	<p>Blut als Transportmittel für Nährstoffe, Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid beschreiben und die Bedeutung des Transports für die damit zusammenhängenden Stoffwechselfvorgänge erläutern (UF1, UF2, UF4).</p>	<p>Problematisierung mit Rückgriff auf das vorangegangene UV: Wieso kann ich drei Monate leben ohne zu essen, drei Tage ohne trinken, aber nur drei Minuten ohne zu atmen?</p> <p><i>Wiederholung: Bedeutung der Nährstoffe (Fokus: Betriebsstoffe)</i></p> <p><i>Entwicklung und Durchführung eines Experiments zur Brenndauer einer Kerze unter einem Glasgefäß. Erweiterung: einmal mit „normaler“ Luft (Einatemluft), einmal mit Ausatemluft.</i></p> <p>Rückgriff auf Vorwissen zur Zusammensetzung der Luft, Entwicklung eines Schemas zur Zellatmung (nur als „Black Box“, Edukte und Produkte)</p> <p><i>Weiterführender Versuch zur Rolle des Kohlenstoffdioxids und der Notwendigkeit seiner „Entsorgung“ [1]</i></p> <p><i>Kernaussage: Zur Freisetzung von Energie aus den Nährstoffen ist Sauerstoff notwendig. In der Ausatemluft ist er zu geringeren Anteilen enthalten als in der Einatemluft.</i></p>
<p><b>Wie kommt der Sauerstoff in unseren Körper?</b></p> <p>Bau und Funktion der Atmungsorgane</p> <p>Gasaustausch in der Lunge</p> <p style="text-align: right;">ca. 3 Ustd.</p>	<p>Zusammenhänge zwischen Bau und Funktion jeweils am Beispiel der <b>Verdauungsorgane, der Atmungsorgane, des Herz- und Kreislaufsystems und des Bewegungssystems</b> erläutern (UF1, UF4).</p> <p>die Funktion der Atemmuskulatur zum Aufbau von Druckunterschieden an einem Modell erklären (E6).</p>	<p>Thematisierung des Wegs der Luft in den Körper</p> <p>Veranschaulichung der Funktion des Zwerchfells mit einem einfachen Funktionsmodell, u.U. können die SuS dieses auch selbst basteln [2].</p> <p><i>Ggf. vertiefte Erarbeitung an Stationen mit weiteren Modellen oder einfachen Selbstversuchen [3]</i></p> <p>Erarbeitung des Feinbaus der Lunge, erneutes Aufgreifen des Prinzips der Oberflächenvergrößerung [4], ggf. mithilfe eines Modells [5]</p> <p><i>Kernaussage:</i></p>



<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b>  Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>  <i>Kernaussagen / Alltagsvorstellungen / <a href="#">fakultative Aspekte</a></i>
	am Beispiel <b>des Dünndarms und</b> der Lunge das Prinzip der Oberflächenvergrößerung und seine Bedeutung für den Stoffaustausch erläutern (UF4).	<i>Die Lunge besteht aus vielen feinen Verästelungen, die in kleinen Lungenbläschen enden. Deren dünne Wände bilden zusammen eine große Fläche. Sie ermöglichen den Austausch der Atemgase mit den sie umgebenden haarfeinen Blutgefäßen.</i>
<p><b>Wie wird der Sauerstoff im Körper weiter zu seinem Ziel transportiert?</b></p> <p><a href="#">Zusammensetzung und Aufgaben des Blutes</a></p> <p>Blutkreislauf</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasaustausch an den Zellen</li> </ul> <p>Bau und Funktion des Herzens</p> <p style="text-align: right;">ca. 4 Ustd.</p>	<p>Blut als Transportmittel für Nährstoffe, Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid beschreiben und die Bedeutung des Transports für die damit zusammenhängenden Stoffwechselfvorgänge erläutern (UF1, UF2, UF4).</p> <p>Zusammenhänge zwischen Bau und Funktion jeweils am Beispiel <b>der Verdauungsorgane, der Atmungsorgane</b> des Herz- und Kreislaufsystems <b>und des Bewegungssystems</b> erläutern (UF1, UF4).</p> <p>die Funktionsweise des Herzens an einem einfachen Modell erklären und das Konzept des Blutkreislaufs an einem Schema erläutern (E6).</p>	<p>Erarbeitung der Wege zwischen Lunge und Gewebe, der Notwendigkeit einer das Blut antreibenden Pumpe sowie von Ventilen (Herzklappen) [6]</p> <p><i>Die Alltagsvorstellung „Der Mensch hat zwei getrennte Kreisläufe“ wird revidiert.</i></p> <p>Einführung der verschiedenen Blutgefäße sowie der Farbzurordnung rot / blau zu sauerstoffreichem bzw. kohlenstoffdioxidreichem Blut.</p> <p>Nutzung eines Modells zur Veranschaulichung der Arbeitsweise des Herzens als Saug-Druck-Pumpe [8]</p> <p><a href="#">Präparation von Herzen aus dem Schlachthof</a></p> <p><i>Kernaussage: Der Blutkreislauf ist ein Kreislauf mit zwei aufeinander abgestimmt arbeitenden Pumpen, sowie mit Körper- und Lungen-„Schleife“.</i></p>
<p><b>Wie ist das Blut aufgebaut und welche weiteren Aufgaben hat es?</b></p> <p><a href="#">Zusammensetzung und Aufgaben des Blutes</a></p>	<p>Blut (Fertigpräparate) mikroskopisch untersuchen und seine heterogene Zusammensetzung beschreiben (E4, E5, UF1).</p> <p>Blut als Transportmittel für Nährstoffe, Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid beschreiben und die Bedeutung des Transports für die damit</p>	<p>Fokus auf die im mikroskopischen Bild sichtbaren Bestandteile des Blutes (Blutplasma und rote Blutkörperchen) und deren Aufgaben [9]</p> <p><a href="#">Weitere Blutbestandteile und deren Aufgaben</a></p> <p><i>Die Alltagsvorstellung „Blut ist eine homogene rote Flüssigkeit“ wird</i></p>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen / Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte</i>
<p style="text-align: right;">ca. 3 Ustd.</p>	<p>zusammenhängenden Stoffwechselfvorgänge erläutern (UF1, UF2, UF4).</p>	<p><i>kontrastiert.</i></p> <p>Abschluss der Sequenz: Überblick über das Zusammenwirken der Organe (<a href="#">Lernplakat</a>)</p> <p><i>Kernaussage:</i> <i>Blut besteht aus verschiedenen Zelltypen mit unterschiedlichen Aufgaben, die in einer wässrigen Flüssigkeit, dem Blutplasma, schwimmen. Eine wichtige Aufgabe des Blutes ist der Transport von Nährstoffen und Atemgasen.</i></p>
<p><b>Warum ist Rauchen schädlich?</b> Gefahren von Tabakkonsum</p> <p style="text-align: right;">ca. 2 Ustd.</p>	<p>die Folgen des Tabakkonsums für den Organismus erläutern (UF1, UF2, K4).</p> <p>Empfehlungen zur Gesunderhaltung des Körpers und zur Suchtprophylaxe unter Verwendung von biologischem Wissen entwickeln (B3, B4, K4).</p>	<p>Wirkungen und Folgen des Tabakkonsums Fokus: Verklebung der Lungenbläschen („Raucherlunge“) durch Teer, Sauerstoffmangel durch Kohlenstoffmonoxid, Durchblutungsstörungen durch Nikotin, <a href="#">evtl. Erweiterung auf Krebsrisiko</a>)</p> <p>Gründe für das Rauchen und das Nichtrauchen [10]</p> <p style="color: green;">➔ Beitrag zum Gesundheitskonzept</p> <p><i>Kernaussage:</i> <i>Zigaretten enthalten verschiedene Giftstoffe, die den Körper auf vielfältige Art und Weise schädigen. Sie selbstbewusst abzulehnen bedeutet, gut für seinen Körper zu sorgen.</i></p>
<p><b>Wie hängen Nahrungsaufnahme, Atmung und Bewegung zusammen?</b> Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Nährstoff- sowie Sauerstoffbedarf</p>	<p>in einem quantitativen Experiment zur Abhängigkeit der Herzschlag- oder Atemfrequenz von der Intensität körperlicher Anstrengung Daten erheben, darstellen und auswerten (E1, E2, E3, E4, E5, K1).</p>	<p style="color: green;"><b>Vernetzung mit dem Fach Sport:</b></p> <p>Einführung über ein quantitatives Experiment in Kooperation mit dem Fach Sport. Messwerte werden dort ermittelt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- High Impact-Übung, z.B. Jumping Jack oder Seilchenspringen,</li> <li>- wahlweise Pulsschläge oder/ und Atemfrequenz messen lassen,</li> <li>- außerdem Wärmefreisetzung thematisieren</li> </ul> <p><i>Der Alltagsvorstellung „Energie wird hergestellt und verbraucht“</i></p>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen / Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte</i>
<p style="text-align: center;">ca. 3 Ustd.</p>		<p><i>wird mithilfe der Methode ‚Brücke bauen‘ entgegengewirkt [12]: „Energie wird aufgenommen und abgegeben.“</i></p> <p>Erstellung und Auswertung von Diagrammen aus Wertetabellen, Ausgehend von den Eigenwahrnehmungen während des Experiments den Zusammenhang von Nährstoff- und Sauerstoffzufuhr als Bedingung für sportliche Aktivität anschaulich (z.B. im Schaubild) darstellen.</p> <p><i>Kernaussage: Körperliche Aktivität führt zu einer erhöhten Sauerstoffaufnahme. Die dabei aus den Nährstoffen freigesetzte Energie wird zur Bewegung und auch zur Wärmefreisetzung genutzt.</i></p>

**Weiterführende Materialien:**

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="http://www.der-kleine-forscher.de/experiment-19-mit-essig-und-backpulver-eine-kerze-loeschen/">http://www.der-kleine-forscher.de/experiment-19-mit-essig-und-backpulver-eine-kerze-loeschen/</a>	Beschreibung eines einfachen Schülerversuchs, der die „giftige“ Wirkung des CO <sub>2</sub> im Körper veranschaulicht: die Kerze verlischt, Verbrennungsprozesse werden unmöglich gemacht. CO <sub>2</sub> muss also abtransportiert werden, damit weiter mithilfe von Sauerstoff die Energie aus der Nahrung freigesetzt werden kann.
2	<a href="https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matna-tech/bio/gym/bp2016/fb8/2_atmung/1_ab/3_funktion/203_ab_lungenfunktionsmodelle_bau.pdf">https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matna-tech/bio/gym/bp2016/fb8/2_atmung/1_ab/3_funktion/203_ab_lungenfunktionsmodelle_bau.pdf</a>	Der Lehrerbildungsserver des Landes Baden-Württemberg bietet hier Anleitungen zum Bau je eines Modells zur Bauch- und zur Brustatmung sowie und Arbeitsblätter zur Modellkritik.
3	Weiß, D.: „Wie kommt Luft in meine Lunge?“	Artikel aus Unterricht Biologie 394, 2014, S. 8-15. Anhand eines (fiktiven) Sportunfalls mit Pneumothorax wird die Frage entwickelt, warum der Patient nicht atmen kann, obwohl seine Atemwege frei sind. Es schließt sich ein Stationenlernen mit verschiedenen Funktionsmodellen und Selbstversuchen, u.a. zur Brustatmung, zur Bewegung von Lungenfell und Rippenfell und zum Vergleich der Atmung mit einem Blasebalg.

4	<a href="http://www.biologieunterricht.info/unterrichtsmaterialien/lunge_sezieren.html">http://www.biologieunterricht.info/unterrichtsmaterialien/lunge_sezieren.html</a>	Stundenentwurf zur Oberflächenvergrößerung bei der Lunge
5	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=Joio2eYxm0l">https://www.youtube.com/watch?v=Joio2eYxm0l</a>	Versuch zur Oberflächenvergrößerung: Aufnahme von Wasser durch ein (glattes) Geschirrhandtuch und ein Frotteehandtuch (bei selber Grundfläche / Gewicht...)
6	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/front_content.php?idart=12718">https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/front_content.php?idart=12718</a> → siehe „Jg. 6“	Einfaches Schema des Blutkreislaufs
7	<a href="https://www.drk-blutspende.de/_shared/pdf/versuch4.pdf">https://www.drk-blutspende.de/_shared/pdf/versuch4.pdf</a>	Das Deutsche Rote Kreuz bietet eine Vielzahl von Unterrichtsideen und -versuchen rund um das Thema Blut. Versuch 4 zeigt mithilfe von Oxalatblut, 3 Waschflaschen sowie Laborsauerstoff und Laborkohlenstoffdioxid die Verfärbung des Blutes in Abhängigkeit vom Sauerstoff- bzw. Kohlenstoffdioxidgehalt.
8	<a href="https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matna-tech/bio/gym/bp2016/fb8/3_blut_kreislauf/1_ab/2_modell/">https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matna-tech/bio/gym/bp2016/fb8/3_blut_kreislauf/1_ab/2_modell/</a>	Anleitung zum Bau eines „low-cost-Herzfunktionsmodells“
9	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5515">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5515</a>	Unterrichtsentwurf (2 Ustd.): Erarbeitung eines Lernplakats zur Transportfunktion des Blutes; Schulung der Präsentationskompetenz
10	<a href="https://li.hamburg.de/content-blob/3853686/bb93e3be5c12f59c3be4f65ba46a2f86/data/pdf-unterricht-fit-fuer-ohne-.pdf;jsessionid=287C25C0B425EC0DF847A19D86FCCD84.liveWorker2">https://li.hamburg.de/content-blob/3853686/bb93e3be5c12f59c3be4f65ba46a2f86/data/pdf-unterricht-fit-fuer-ohne-.pdf;jsessionid=287C25C0B425EC0DF847A19D86FCCD84.liveWorker2</a>	„fit für ohne“ ist eine fächerübergreifende Unterrichteinheit für die Klassenstufe 6 an allgemeinbildenden Schulen. Sie besteht aus neun Doppelstunden für die Fächer Biologie, Erdkunde, Mathematik, Religion, Sport, Deutsch, Musik, Englisch und Kunst.
11	<a href="https://www.lions-quest.de/">https://www.lions-quest.de/</a>	Mit über 100 Unterrichtseinheiten und praktischen Übungen für den unmittelbaren Einsatz im Unterricht sind die Lions-Quest-Handbücher speziell auf die Anforderungen von Lehrerinnen und Lehrern zugeschnitten. Sie enthalten gute Ideen zum „Nein-Sagen-Lernen“ und zur Suchtprävention. Der Erhalt des Ordners ist gebunden an den Besuch einer mehrtägigen Fortbildung, die bundesweit von allen Kultusministerien anerkannt ist.
12	<a href="https://www.mnu.de/images/publikationen/GeRRN/GeRRN_2._Auflage_2017-09-23.pdf">https://www.mnu.de/images/publikationen/GeRRN/GeRRN_2._Auflage_2017-09-23.pdf</a>	Im Kapitel 5 des Gemeinsamen europäischen Referenzrahmens für Naturwissenschaften werden Bildungsperspektiven thematisiert. Der Umgang mit Alltagsvorstellungen hat einen hohen Stellenwert. Im Kapitel 5.2 werden Strategien erläutert, auf die sich in der rechten Spalte aller konkretisierten UV bezogen wird.

## Jahrgangsstufe 6: UV 4 „Pubertät – Erwachsen werden“

(ca. 8 Ustd.)

### Inhaltsfeldbeschreibung (Auszug)

Der Beitrag des Faches Biologie zur Sexualerziehung fördert das Verständnis von körperlichen und psychischen Veränderungen in der Pubertät und unterstützt die Persönlichkeitsentwicklung durch die Reflexion der eigenen Rolle und des eigenen Handelns. Leitend sind insgesamt die Erziehung zu partnerschaftlichem und verantwortungsbewusstem Handeln, zu Respekt vor verschiedenen sexuellen Verhaltensweisen und Orientierungen sowie zum Nein-Sagen-Können in unterschiedlichen Zusammenhängen und Situationen.

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

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

#### Erweiterung des Kompetenzbereichs Kommunikation

#### Experimente / Untersuchungen / Arbeit mit Modellen

K2 (Informationsverarbeitung):

Die Schülerinnen und Schüler können nach Anleitung biologische Informationen und Daten aus analogen und digitalen Medienangeboten (Fachtexte, **Filme**, **Tabellen**, Diagramme, Abbildungen, **Schemata**) entnehmen, sowie deren Kernaussagen wiedergeben **und die Quelle notieren**.

- **Datenauswertung: Menstruationskalender**

### Beiträge zu den Basiskonzepten

**System:**

**Struktur und Funktion:**

Angepasstheit des menschlichen Körpers an die Reproduktionsfunktion

**Entwicklung:**

Individualentwicklung des Menschen im Hinblick auf Geschlechtsreifung,  
Variabilität bei der Merkmalsausprägung in der Pubertät

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen / Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte</i>
<p><b>Wie verändern sich Jugendliche in der Pubertät?</b></p> <p>körperliche und psychische Veränderungen in der Pubertät</p>	<p>den Sprachgebrauch im Bereich der Sexualität kritisch reflektieren und sich situationsangemessen, respektvoll und geschlechtersensibel ausdrücken (B2, B3).</p> <p>körperliche und psychische Veränderungen in der Pubertät erläutern (UF1, UF2).</p>	<p>Problematisierung: Einstieg z. B. durch Fragensammeln mittels Fragenbox am Anfang (und auch zwischendurch)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Benutzung als Roter Faden (Advance organizer) oder</li> <li>- Einflechten im Unterrichtsverlauf</li> </ul> <p>Klärungen vorab:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sprachgebrauch thematisieren, z. B. durch Gegenüberstellung und Bewertung verschiedener Begriffe für primäre Geschlechtsorgane</li> <li>- Scham und „Giggeln“ sind natürlich, sollen aber das Lernen nicht behindern</li> </ul> <p><a href="#">Aufregende Jahre: Jules Tagebuch (BzgA) [1] kann den Unterricht sinnvoll ergänzen (auch zum Selberlesen).</a></p> <p>Veränderungen in der Pubertät</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Geschlechtsmerkmale</li> <li>- hormonelle Steuerung nur stark vereinfacht ansprechen (z. B. Hormone sind Botenstoffe im Blut, die die Veränderungen an bestimmten Stellen des Körpers auslösen)</li> <li>- Augenmerk auf Variabilität bei der Merkmalsausprägung in der Pubertät (z. B. zeitlich unterschiedliche Entwicklung).</li> <li>- Persönlichkeit, Ansprüche und an Heranwachsende gerichtete Erwartungen</li> </ul> <p><i>Kernaussage:</i> <i>Der Körper wird beim Erwachsenwerden durch Hormone so umgebaut, dass ein Mensch fruchtbar und sexuell attraktiv wird. Neben dem Körper verändern sich auch die Persönlichkeit, die Ansprüche und die an Jugendliche gestellten Erwartungen.</i> <i>Der Verlauf der Individualentwicklung ist in gewissem Rahmen festgelegt (Stelle im Körper, Zeitpunkt, Art und Weise).</i> <i>Die Merkmalsausprägung ist aber individuell unterschiedlich (z. B. Zeitpunkt).</i></p>
<p><b>Wozu dienen die Veränderungen?</b></p>	<p>Bau und Funktion der menschlichen Geschlechtsorgane erläutern (UF1).</p>	<p>Problematisierung z. B. anhand von Fragen der Schüler/innen („Warum unterscheiden sich Mädchen und Jungen?“)</p>

<b>Sequenzierung:</b> <b>Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen / Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte</i>
<p>Bau und Funktion der Geschlechtsorgane</p> <p>Körperpflege und Hygiene</p> <p>insgesamt ca. 8 Ustd.</p>	<p>den weiblichen Zyklus in Grundzügen erklären (UF1, UF4).</p>	<p>Erarbeitung z. B. mit Hilfe eines Informationstextes  Fokus: Funktion der Organbestandteile (z. B. Schutz und Transport der Spermienzellen, Aufnahme der Spermienzellen, Produktion und Transport von Eizellen, Einnisten und Versorgen eines Embryos, Lustempfinden)</p> <p>Problematisierung, z. B. mittels Fragenkatalog („Was sind `die Tage`?“)  - didaktische Reduktion: Aufbau der Gebärmutterschleimhaut, Eisprung, Blutung und Regelschmerzen  - Darstellung des Zyklus als „Uhr“  - Abweichung vom Schema ist die Regel (z.B. variierende Zykluslänge)  - <b>Datenauswertung: Zykluslänge, Prognose für nächste Blutung und fruchtbare Tage anhand eines Menstruationskalenders</b>  - Thematisierung von Hygiene und offene Fragen (bei den Jungen auch: Phimose, Hodenhochstand) evtl. auch in geschlechtsgetrennten Gruppen</p> <p>→ Beitrag zum Gesundheitskonzept</p> <p>Besuch einer Frauenärztin</p> <p>Vernetzung mit dem Fach Religion/Politik:  <b>Rollenverständnis, Liebe und Partnerschaft, Paarbeziehung</b></p> <p><i>Kernaussage:</i>  <i>Der Bau der Geschlechtsorgane ist eine Angepasstheit an die Fortpflanzungsfähigkeit.</i>  <i>Auf- und Abbau der Gebärmutterschleimhaut, Eireifung und Eisprung wiederholen sich in einem etwa vierwöchigen Zyklus, wobei der Eisprung etwa 14 Tage vor Beginn der Blutung erfolgt.</i></p>

**Weiterführende Materialien:**

Nr.	Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<p>Uschi Flacke u. a. „Aufregende Jahre: Jules Tagebuch“, hg. v. der Bundeszentrale für Gesundheitliche Aufklärung. Köln: 2004.            [Download und Bestellung unter <a href="https://www.bzga.de/informaterialien">https://www.bzga.de/informaterialien</a>, zuletzt aufgerufen am 19.2.2019]</p>	<p>Biologische und erzieherisch relevante Aspekte des Erwachsenwerdens werden systematisch behandelt. Die biologischen Zusammenhänge sind dabei zumeist mit Hilfe von passenden Abbildungen erklärt. Durch die Tagebuchform ergeben sich biographische Kontexte.            Derzeit existiert keine Version aus der Sicht von Jungen.</p> <p>Die Broschüre ist im Klassensatz kostenlos bei der Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung erhältlich.</p>



**Jahrgangsstufe 6:**  
**UV 5 „Fortpflanzung – ein Mensch entsteht“**  
 (ca. 8 Ustd.)

**Inhaltsfeldbeschreibung (Auszug)**

Der Beitrag des Faches Biologie zur Sexualerziehung fördert das Verständnis von körperlichen und psychischen Veränderungen in der Pubertät und unterstützt die Persönlichkeitsentwicklung durch die Reflexion der eigenen Rolle und des eigenen Handelns. Leitend sind insgesamt die Erziehung zu partnerschaftlichem und verantwortungsbewusstem Handeln, zu Respekt vor verschiedenen sexuellen Verhaltensweisen und Orientierungen sowie zum Nein-Sagen-Können in unterschiedlichen Zusammenhängen und Situationen.

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

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

**Erweiterung des Kompetenzbereichs Kommunikation**

**Experimente / Untersuchungen / Arbeit mit Modellen**

**K2 (Informationsverarbeitung):**

Die Schülerinnen und Schüler können nach Anleitung biologische Informationen und Daten aus analogen und digitalen Medienangeboten (Fachtexte, Filme, Tabellen, Diagramme, Abbildungen, Schemata) entnehmen, sowie deren Kernaussagen wiedergeben und die Quelle notieren.

- Ultraschallbilder der vorgeburtlichen Entwicklung (KLP)
- [Modellexperiment zur Fruchtblase](#)

**Beiträge zu den Basiskonzepten**

**System:**

Zusammenhang und Unterscheidung der Systemebenen Zelle-Organ-Organismus bei der Keimesentwicklung

**Struktur und Funktion:**

Angepasstheit des menschlichen Körpers an die Reproduktionsfunktion

**Entwicklung:**

sexuelle Fortpflanzung erzeugt Varianten  
 Wachstum durch Teilung und Größenzunahme von Zellen

**Sequenzierung:**

**Fragestellungen**

inhaltliche Aspekte

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**

Schülerinnen und Schüler können...

**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen**

Kernaussagen / Alltagsvorstellungen / [fakultative Aspekte](#)

<p><b>Wie beginnt menschliches Leben?</b></p> <p>Geschlechtsverkehr</p> <p>Befruchtung</p> <p>ca. 3 Ustd.</p>	<p>Eizelle und Spermium vergleichen und den Vorgang der Befruchtung beschreiben (UF1, UF2).</p>	<p>Einstieg z. B. über Fragen der Schüler/innen („Was heißt: <i>Sie schlafen zusammen?</i>“)</p> <p>Inhaltliche Aspekte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sex als Ausdruck von Liebe darstellen</li> <li>- Geschlechtszellen und Befruchtung als Mikrofoto und Schema</li> <li>- Anbahnen eines Vererbungsbegriffs (Geschwister sind ähnlich, aber nicht gleich; Übermittlung durch Geschlechtszellen/Zellkerne)</li> </ul> <p>Vernetzung mit dem Fach Religion/Politik: Rollenverständnis, Liebe und Partnerschaft, Paarbindung</p> <p><i>Die Begriffsdoppelung mit Samen im Pflanzenreich (für Embryo mit Nährstoffen und Schale) wird bewusst gemacht. Statt Samen wird der Begriff „Spermienzelle“ verwendet.</i></p> <p>Kernaussagen: <i>Eizelle und Spermienzelle unterscheiden sich u. a. hinsichtlich Größe (Plasmaanteil) und Beweglichkeit. Bei der Befruchtung vereinigen sich die Zellkerne von Eizelle und Spermium. Nachkommen sind bei sexueller Fortpflanzung ähnlich, aber nicht gleich.</i></p>
<p><b>Wie entwickelt sich der Embryo?</b></p> <p>Schwangerschaft</p> <p>ca. 3 Ustd.</p>	<p>anhand geeigneten Bildmaterials die Entwicklung eines Embryos bzw. Fötus beschreiben und das Wachstum mit der Vermehrung von Zellen erklären (E1, E2, E5, UF4).</p> <p>Schwangerschaft und Geburt beschreiben und Maßnahmen zur Vermeidung von Gesundheitsrisiken für Embryo und Fötus begründen (UF1, UF2, B3).</p>	<p>Fokus: Embryonalentwicklung, Grundverständnis von Wachstum,</p> <p>Einstieg über Ultraschallbilder verschiedener Entwicklungsstadien</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mikrofotos zeigen erste Zellteilungen ohne Volumenzunahme</li> <li>- spätere Volumenzunahme nur durch Versorgung mit Bau- und Betriebsstoffen möglich</li> <li>- Erklärung des Wachstums durch Zellteilung und Zunahme des Zellvolumens</li> </ul> <p>Problematisierung „Wie atmet und isst das Ungeborene?“</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plazenta als Versorgungs- und Entsorgungsstation des Embryos</li> </ul> <p><i>Die Alltagsvorstellung „Körper sind kontinuierlich aufgebaute Materie“ wird durch die Darstellung des zellulären Aufbaus kontrastiert.</i></p> <p><i>Die Alltagsvorstellungen „Wachstum erfolgt (allein) durch Teilung der Zellen“ und „Teilung bedeutet Verkleinerung“ (Schokoladen-Denkfigur) werden durch die Volumenzunahme der Zellen erweitert.</i></p> <p>Weitere Aspekte von Schwangerschaft und Geburt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- zusammenfassende Behandlung der Abläufe, z. B. anhand eines Informationstextes</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modellversuch Fruchtblase (rohes Ei in wassergefülltem Gefrierbeutel); hier auch gut Modelldiskussion möglich</li> <li>- Entstehung von Mehrlingen</li> <li>- Schüler/innen fragen zu Hause nach den Umständen ihrer Geburt</li> <li>- besonderer Fokus: Verantwortung der Schwangeren (und ihres Umfeldes) für das Ungeborene und für den Säugling beim Stillen bzgl. Medikamenten, Alkohol, Nikotin etc.</li> </ul> <p><i>Kernaussage:</i>  <i>Die makroskopisch wahrnehmbare Entwicklung und das Wachstum des Embryos beruhen auf Zellteilungen und Zunahme des Zellvolumens. Um leben und wachsen zu können, wird der Embryo vollständig von der Mutter über die Plazenta versorgt. Auch Giftstoffe können über die Plazenta in den Blutkreislauf des Kindes gelangen.</i></p>
<p><b>Wie lässt sich eine ungewollte Schwangerschaft vermeiden?</b>  Empfängnisverhütung  ca. 2 Ustd.</p>	<p>Methoden der Empfängnisverhütung für eine verantwortungsvolle Lebensplanung beschreiben (UF1).</p>	<p>Problematisierung: Vermeiden von Schwangerschaft kann verantwortungsvolles Handeln sein (am Beispiel von Jules Schwester [1] o.ä.)</p> <p>didaktische Reduktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nur Kondom und „Pille“</li> <li>- bei der Pille keine Details zur hormonellen Wirkungsweise</li> </ul>

**Weiterführende Materialien:**

Nr.	Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<p>Uschi Flacke u. a. „Aufregende Jahre: Jules Tagebuch“. Hg. v. der Bundeszentrale für Gesundheitliche Aufklärung. Köln: 2004.  [Download und Bestellung unter <a href="https://www.bzga.de/infomaterialien/suchergebnisse/aufregende-jahre-jules-tagebuch/">https://www.bzga.de/infomaterialien/suchergebnisse/aufregende-jahre-jules-tagebuch/</a>, zuletzt aufgerufen am 19.2.2019]</p>	<p>Biologische und erzieherisch relevante Aspekte des Erwachsenwerdens werden systematisch behandelt. Die biologischen Zusammenhänge werden dabei zumeist mit Hilfe von passenden Abbildungen erklärt. Durch die Tagebuchform ergeben sich biographische Kontexte.  Derzeit existiert keine Version aus Jungensicht.  Die Broschüre ist im Klassensatz kostenlos bei der Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung erhältlich.</p>

### 3.3. Stufe 9

## Jahrgangsstufe 9

### UV 9.1 „Erkunden eines Ökosystems“

(ca. 12 Ustd., in blau: fakultative Aspekte bei höherem Stundenkontingent)

#### Inhaltsfeldbeschreibung (Auszug)

Das komplexe, dynamische Beziehungsgefüge aus belebter und unbelebter Natur steht im Zentrum dieses Inhaltsfeldes. Der abstrakte Systemgedanke wird durch die Auseinandersetzung mit einem exemplarischen Ökosystem konkretisiert. Naturerfahrungen, die in diesem Zusammenhang erworben werden, bilden die Grundlage für umweltbewusstes Handeln.

Durch die praktische Untersuchung eines heimischen Ökosystems werden die vielfältigen Wechselwirkungen und Anpasstheiten ausgewählter Lebewesen an ihre Umwelt sowie ihre Rolle im Ökosystem erfahrbar. Ausgehend von konkret im Ökosystem vorgefundenen Vertretern wird der systematische Überblick über die Lebewesen insbesondere im Hinblick auf Wirbellose erweitert. [...]

#### Erweiterung des Kompetenzbereichs Kommunikation

##### **K3 (Präsentation):**

Die Schülerinnen und Schüler können biologische Sachverhalte, Überlegungen und Arbeitsergebnisse unter Verwendung der Bildungs- und Fachsprache sowie fachtypischer Sprachstrukturen und Darstellungsformen sachgerecht, adressatengerecht und situationsbezogen in Form von kurzen Vorträgen und schriftlichen Ausarbeitungen präsentieren und dafür digitale Medien reflektiert und sinnvoll verwenden.

→ Hier: Artensteckbriefe mit Präsentationssoftware erstellen lassen, Einbindung in das Medienkonzept der Schule

#### Experimente / Untersuchungen / Arbeit mit Modellen

- Untersuchung der Struktur eines Ökosystems (KLP)
- Messung von abiotischen Faktoren (KLP)
- Bestimmung von im Ökosystem vorkommenden Taxa (KLP)

#### Beiträge zu den Basiskonzepten

##### **System:**

Organisationsebenen eines Ökosystems, Zeigerorganismen

##### **Struktur und Funktion:**

Anpasstheit bei Pflanzen und Tieren

##### **Entwicklung:**

#### Vorbemerkung

Mehr als bei den anderen Inhaltsfeldern ist das Vorgehen hier von der Jahreszeit und dem untersuchten Lebensraum abhängig. Im vorliegenden Beispiel-UV wird ein Waldökosystem untersucht, die Untersuchungen lassen sich aber in weiten Teilen auf andere terrestrische Ökosysteme, z. B. Hecke, Wiese, Park, übertragen.

Weitere Hinweise und Anregungen bezüglich der Untersuchung (schulnaher) Biotope und Lebensgemeinschaften finden sich bei den weiterführenden Materialien unter [1] und [2].

<b>Sequenzierung:</b> <b>Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen / Alltagsvorstellungen</i> <i>in blau: fakultative Aspekte</i>
<p><b>Woraufhin können wir „unser“ Ökosystem untersuchen?</b>  <b>(S. 52-55)</b></p> <p>Erkundung eines ausgewählten heimischen Ökosystems</p> <p><b>Wald</b></p> <p style="text-align: right;">ca. 1 Ustd.</p>		<p>Einführung in die Ökologie anhand eines Lebewesens (z. B. Eiche, Regenwurm...):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ökologie beschäftigt sich mit den Beziehungen zwischen Lebewesen sowie zwischen Lebewesen und Umwelt. – Was ist für die Eiche relevant, worauf hat sie Auswirkungen?</li> <li>- Sammeln relevanter Umweltfaktoren in einer übersichtlichen Darstellung, dabei Kategorisieren in abiotische und biotische Faktoren</li> </ul> <p><i>Problematisierung: Untersuchungsmöglichkeiten im Wald am besten vor Ort sammeln → Erstellen eines Arbeitsplans, z.B. unter folgenden Aspekten:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Wie ist der Wald begrenzt und strukturiert?</i></li> <li>• <i>Welche Lebewesen kommen vor – welche sind häufig?</i></li> <li>• <i>Wie sind die Lebewesen an ihr Habitat angepasst?</i></li> <li>• <i>Zu welchen Verwandtschaftsgruppen und Lebensformtypen gehören sie?</i></li> <li>• <i>Wovon ernähren sich die Organismen?</i></li> <li>• <i>Welche weiteren Beziehungen zwischen Lebewesen sind erkennbar?</i></li> <li>• <i>Wie verändert sich der Wald im Jahresverlauf?</i></li> <li>• <i>Wie verändert sich der Wald im Laufe vieler Jahre?</i></li> <li>• <i>Wie beeinflussen Menschen den Wald?</i></li> </ul> <p><i>Die Alltagsvorstellung „Ökologisch bedeutet ressourcenschonend o.ä.“ wird um die biologische Bedeutung von Ökologie ergänzt.</i></p> <p><i>Kernaussage:</i>  <i>Ökologie untersucht die Beziehungen zwischen Lebewesen und zwischen Lebewesen und Umwelt. <b>Aus ökologischer Sicht kann man ein Ökosystem (hier: den Wald) aus vielen unterschiedlichen Perspektiven untersuchen.</b></i></p>
<p><b>Wie ist der Lebensraum strukturiert? (S. 62-63)</b></p> <p>Aufbau eines Mischwaldes (S. 68-71)</p> <p><b>Welche abiotischen Faktoren wirken in verschiedenen Teilbiotopen?</b>  <b>(S. 64-65)</b></p>	<p>ein heimisches Ökosystem hinsichtlich seiner Struktur untersuchen und dort vorkommende Taxa bestimmen (E2, E4).</p> <p>abiotische Faktoren in einem heimischen Ökosystem messen und mit dem Vorkommen von Arten in Beziehung setzen (E1, E4, E5).</p>	<p>Planung der Untersuchung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sammeln von Kriterien zum Vergleich verschiedener Standorte im selben Biotop (z. B. Waldrand, Kernwald, Lichtung oder Fichtenmonokultur, Naturverjüngung, Mischwald; zum Vergleich Wiese),</li> <li>- Ergänzung nach Bedarf (z. B. Baum/Strauch/Krautschicht in Bezug auf Deckung schätzen, Lichtintensität, Lufttemperatur, Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit messen)</li> <li>- Fokus auf zwei abiotische Faktoren (z. B. Lichtintensität und Temperatur) sowie Struktur des Lebensraums</li> </ul>

<p>Erkundung eines ausgewählten heimischen Ökosystems</p> <p>ca. 3 Ustd.</p>	<p>an einem heimischen Ökosystem Biotop und Biozönose beschreiben sowie die räumliche Gliederung und Veränderungen im Jahresverlauf erläutern (UF1, UF3, K1).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorbereitung der Messung: Messverfahren und Bedingungen für die Vergleichbarkeit der Messwerte erarbeiten (z. B. mehrfache Messung, Lichtintensität in Bezug zu nicht beschatteter Fläche (Grünland, Parkplatz))</li> </ul> <p>Unterrichtsgang: Die Schülerinnen und Schüler untersuchen die abiotischen Faktoren und die Struktur.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Beobachtung und Messung in arbeitsteiliger Gruppenarbeit</li> <li>- Präsentation an den Stationen (Messwerte z. B. auf laminiertem A3-Papier notieren)</li> <li>- Bei der Auswertung Problematisierung der Aussagekraft der Messwerte (z. B. Stichprobenzahl, versch. Zeitpunkte, Messverfahren, Problem der Genauigkeit im Freien)</li> <li>- Fotografieren von wiedererkennbaren Standorten zur Dokumentation der Veränderungen im Jahresverlauf (Nutzung später)</li> </ul> <p><i>Kernaussage:</i> <i>Naturräumliche Voraussetzungen und unterschiedliche Besiedlung erzeugen unterschiedliche Lebensbedingungen. Diese lassen sich über die Grundstruktur (z. B. Relief, Hallenwald, Dickicht, Lichtung) und abiotische Faktoren (z. B. Niederschlagsmenge, Waldbinnenklima) beschreiben. Die Grenzen von Biotop und Teilbiotopen sind nicht immer klar zu ziehen und für Lebewesen meist durchlässig.</i></p>
<p><b>Welche Arten finden sich in verschiedenen Teilbiotopen?</b> Bäume und Sträucher (S. 74-79) Tiere (S. 90-99) Stoffkreisläufe (S. 100-103)</p> <p>charakteristische Arten und ihre Anpassungen an den Lebensraum, Artenkenntnis</p> <p>ca. 4 Ustd.</p>	<p>ein heimisches Ökosystem hinsichtlich seiner Struktur untersuchen und dort vorkommende Taxa bestimmen (E2, E4).</p> <p>abiotische Faktoren in einem heimischen Ökosystem messen und mit dem Vorkommen von Arten in Beziehung setzen (E1, E4, E5).</p>	<p>Unterrichtsgang: Die Schülerinnen und Schüler bestimmen die in den unterschiedlichen Teilbiotopen häufig vorkommenden Pflanzen.</p> <p>Dokumentation mithilfe von Fotos</p> <p>Erarbeitung der Korrelation von Pflanzenvorkommen und Beleuchtungsstärke</p> <p><i>Kernaussage:</i> <i>Es lässt sich beobachten, dass die unterschiedlichen abiotischen Faktoren mit einer unterschiedlichen Vegetation korrelieren. Die gemessenen Unterschiede in der Stärke des abiotischen Faktors sind dafür möglicherweise ursächlich. Diese Hypothese kann nur durch eine Vielzahl weiterer Untersuchungen erhärtet werden.</i></p>

<p><b>Wie beeinflussen abiotische Faktoren das Vorkommen von Arten?</b>          charakteristische Arten und ihre Anpassungen an den Lebensraum, (S. 70, S. 73)</p> <p>biotische Wechselwirkungen          Artenkenntnis</p> <p>ca. 2 Ustd.</p>	<p>die Koexistenz von verschiedenen Arten mit ihren unterschiedlichen Ansprüchen an die Umwelt erklären (UF2, UF4).</p>	<p>Problemtisierung:          - unterschiedliche Lebewesen an verschiedenen Standorten (z. B. Sauerklee im Schatten – Weidenröschen auf Lichtungen)          - unterschiedliche Lebewesen am selben Standort (z. B. Sauerklee und Fichten)</p> <p>Herausstellung der unterschiedlichen Ansprüche und der Konkurrenz</p> <p>Erklärung des unterschiedlichen Vorkommens bzw. der Koexistenz davon ausgehend Erläuterung des Zeigerartenkonzepts</p> <p><i>Kernaussage:</i>  <i>Lebewesen konkurrieren um Ressourcen (z. B. Licht), dabei verdrängen bei ähnlichen Umweltansprüchen besser angepasste Arten die weniger gut angepassten. Wenn sich die Ansprüche unterscheiden, ist eine Koexistenz am selben Standort möglich.</i>  <i>Umgekehrt kann man dadurch von der Besiedlung auf die vorherrschenden Umweltfaktoren schließen (z. B. Lichtpflanzen, Schattenpflanzen).</i></p>
<p><b>Wie können Arten in ihrem Lebensraum geschützt werden?</b>          charakteristische Arten und ihre Anpassungen an den Lebensraum,          Biotop- und Artenschutz          (S. 196-203)</p> <p>ca. 2 Ustd.</p>	<p>die Bedeutung des Biotopschutzes für den Artenschutz und den Erhalt der biologischen Vielfalt erläutern (B1, B4, K4).</p>	<p>Anhand einer Artensteckbriefs mit den Umweltansprüchen einer Leitart oder Verantwortungsart (z. B. Rotmilan, Schwarzstorch, Feuersalamander) finden die Schülerinnen und Schüler die Umweltfaktoren, die für die Besiedlung durch die Art relevant sind.</p> <p>Bezug zum UNESCO-Profil herstellen</p> <p><i>Kernaussage:</i>  <i>Artenschutz kann durch die Schaffung bzw. den Erhalt der für eine Art relevanten Lebensbedingungen erfolgen. Im Gegensatz zu speziellen Artenschutzmaßnahmen trägt der Schutz von Biotopen mehr zum Erhalt der Biodiversität bei.</i></p>

Alternativen:

- Verschiebung von Sequenzen innerhalb des Unterrichtsvorhabens in Abhängigkeit von den jahreszeitlichen Bedingungen
- Zusammenfassung der Unterrichtsgänge zu einer Exkursion
- Schülerinnen und Schüler recherchieren in Einzelarbeit zu ausgewählten (im Schulumfeld häufigen, für systematische Gruppen charakteristische) Arten und erstellen Artensteckbriefe, die die ökologischen Beziehungen besonders in den Blick nehmen.

Methodische Schwerpunkte z. B.: Grundfertigkeiten im Umgang mit digitalen Medien, Präsentationssoftware, Präsentation  
 Inhaltlicher Schwerpunkte z. B.: Förderung der Artenkenntnis, breite Basis von Phänomenen zur Erarbeitung ökologischer Zusammenhänge  
 Ò Einbindung in das Medienkonzept der Schule

**Weiterführende Materialien:**

Nr.	Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.natur-erforschen.net/wegweiser/wegweiser-allgemein-2.html">https://www.natur-erforschen.net/wegweiser/wegweiser-allgemein-2.html</a>	Die Website hat zum Ziel, Biologie-Lehrerinnen und -Lehrer bei der Planung und Gestaltung von Unterricht zum Thema Ökologie zu unterstützen. Es werden verfügbare Unterrichtsideen und Materialien den Themen des Kernlehrplans Biologie SI zugeordnet (wird fortwährend ergänzt).
2	Biotopkataster NRW, online unter: <a href="http://bk.naturschutzinformationen.nrw.de/bk/de/karten/bk">http://bk.naturschutzinformationen.nrw.de/bk/de/karten/bk</a>	Man muss in die Karte hineinzoomen. Die schutzwürdigen Biotop (BK) werden ab dem Maßstab 1:200.000 mit grüner Schraffur in der Karte sichtbar. Man erhält die Gebietsinformationen, indem man zunächst den „i-Button“ und anschließend das gewünschte Gebiet anklickt. In den Gebietsinformationen werden u. a. die naturräumlichen Voraussetzungen, das Schutzziel und Naturschutzmaßnahmen beschrieben. Für die Vorbereitung von Exkursionen besonders wertvoll: Es werden auch seltene und häufig vorkommende Tiere und Pflanzen aufgelistet.

Letzter Zugriff auf die URL: 22.01.2020



## Jahrgangsstufe 9

### UV 9.2 „Pilze und ihre Rolle im Ökosystem“

(ca. 4 Ustd., *in blau: fakultative Aspekte bei höherem Stundenkontingent*)

#### Inhaltsfeldbeschreibung (Auszug)

Das komplexe, dynamische Beziehungsgefüge aus belebter und unbelebter Natur steht im Zentrum dieses Inhaltsfeldes. Der abstrakte Systemgedanke wird durch die Auseinandersetzung mit einem exemplarischen Ökosystem konkretisiert. Naturerfahrungen, die in diesem Zusammenhang erworben werden, bilden die Grundlage für umweltbewusstes Handeln.

Durch die praktische Untersuchung eines heimischen Ökosystems werden die vielfältigen Wechselwirkungen und Anpassungen ausgewählter Lebewesen an ihre Umwelt sowie ihre Rolle im Ökosystem erfahrbar. Ausgehend von konkret im Ökosystem vorgefundenen Vertretern wird der systematische Überblick über die Lebewesen [...] erweitert. Pilze, die als Destruenten mit zur Stabilität von Ökosystemen beitragen, werden als eigenständige taxonomische Einheit erfasst. [...]

Erweiterung des Kompetenzbereichs Kommunikation	Experimente / Untersuchungen / Arbeit mit Modellen	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Untersuchung von Pilzen und Mycel</li> <li>• Ausfächern von Sporen verschiedener Hutpilze</li> <li>• Bäckerhefe und Mikrofotos von Hefe</li> <li>• <i>Mikroskopieren einer Hefesuspension</i></li> <li>• <i>Ansetzen eines Hefeteigs</i></li> <li>• Mikrofotos von Schimmelpilz (<i>Fertigpräparat</i>)</li> </ul>	
Beiträge zu den Basiskonzepten		
<b>System:</b> wechselseitige Beziehungen	<b>Struktur und Funktion:</b>	<b>Entwicklung:</b>

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i> inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Schülerinnen und Schüler können...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen <i>Kernaussagen / Alltagsvorstellungen</i> <i>in blau: fakultative Aspekte</i>
<p><b>Wie unterscheiden sich Pilze von Pflanzen und Tieren?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erkundung eines heimischen Ökosystems</li> </ul>	<p>Pilze von Tieren und Pflanzen unterscheiden und an ausgewählten Beispielen ihre Rolle im Ökosystem erklären (UF2, UF3).</p>	<p>Ausgangsbeobachtung: Im Herbst sprießen plötzlich allerorten die (Fruchtkörper der) Pilze aus dem Boden. → führt zu Unterrichtsfragen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Woher kommen „die Pilze“ so plötzlich?</li> <li>- Was für Lebewesen sind Pilze im Vergleich zu Tieren und Pflanzen?</li> <li>- Wo kommen Pilze im Ökosystem vor?</li> <li>- In welcher Beziehung stehen Pilze zu anderen Lebewesen?</li> <li>- <i>Warum erscheinen sie im Herbst?</i></li> </ul> <p><u>Unterrichtselemente zum systematischen Aspekt</u></p> <p>Bau und Ausbreitung am Beispiel von Hutpilzen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erarbeitung des äußeren Aufbaus von Pilzen anhand von mitgebrachten Exemplaren (Vorsicht: Händewaschen!)</li> </ul>

- Einfluss der Jahreszeiten
- charakteristische Arten und ihre Angepasstheiten an den Lebensraum (S. 82-83)
- biotische Wechselwirkungen,
- ökologische Bedeutung von Pilzen und ausgewählten Wirbellosen,
- Artenkenntnis (S. 85)

**Wo kommen Pilze im Ökosystem vor und in welcher**

- Freilegen bzw. Betrachten eines Myzels (im Freiland, anhand eines mitgebrachten Präparats (alternativ: Film oder Foto)
  - „Ausfächern“ der Sporen durch Abschneiden der Hüte und Auslegen auf (ggf. schwarzes) Papier bis zum nächsten Tag, Erklärung des Fächer-Musters
  - Fokus auf Sporenceimung, z.B. anhand eines Films
  - Klärung: „Pilz“ = Fruchtkörper, aus ganzjährig wachsendem Myzel entstanden
  - Zusammenfassung durch Lehrbuchtext und beschriftete Schema-Zeichnung (z. B. Hausaufgabe: Übernahme aus Buch, Titelseite im Heft o.ä.)
- Erarbeitung grundlegender Charakteristika von Pilzen im Vergleich mit Tieren und Pflanzen anhand eines Lehrbuchtextes (z. B. Tabelle, Kurzwiederholung Tier- und Pflanzenzelle aus Jg. 5),  
Benennen der systematischen Kategorie „Reich“

Kennenlernen von Beispielen für Nicht-Hutpilze, z. B.:

- Hefe: Bäckerhefe mitbringen und Brötchen backen (in geeigneten Räumlichkeiten, nicht in Biologieräumen!) sowie Mikrofoto mit Zellteilungsstadien bzw. Hefesuspension mikroskopieren
- Schimmel: Brotschimmel als Foto und Schimmelkäse sowie Mikrofoto bzw. Fertigpräparat

Artenkenntnis Hutpilze: Auflistung einiger häufiger Arten (je nach naturräumlichen Gegebenheiten, z. B. Zunderschwamm, Schopftintling, Fliegenpilz; Benennung von Hutpilzfamilien nach der Ausbildung der Fruchtkörper

Hinweis auf Giftpilze (!)

*Kernaussage:*

*Pilze erhalten energiereiche Stoffe von anderen Lebewesen (vgl. unten), die sie meist extrazellulär verdauen. Ihre Zellen sind mit einer Zellwand aus Chitin umgeben. Sie bilden ein Pilzfadengeflecht (Myzel), das das Substrat (z. B. den Boden) durchzieht. Fruchtkörper sind eine oberirdische Bildung dieses Myzels und oft nicht ganzjährig zu sehen. Sie dienen zur Freisetzung der Sporen, durch die Pilze sich ausbreiten.*

*Außer den Hutpilzen gibt es noch andere Formen, u. a. einzellige Hefen und Schimmelpilze.*

Unterrichtselemente zum ökologischen Aspekt

**Beziehung stehen sie zu anderen Lebewesen?**

**(S. 84-88)**

ca. 4 Ustd.

Parasitismus und Symbiose in ausgewählten Beispielen identifizieren und erläutern (UF1, UF2).

Pilze von Tieren und Pflanzen unterscheiden und an ausgewählten Beispielen ihre Rolle im Ökosystem erklären (UF2, UF3).  
an einem heimischen Ökosystem Biotop und Biozönose beschreiben sowie die räumliche Gliederung und Veränderungen im Jahresverlauf erläutern (UF1, UF3, K1).

- Einführung verschiedener Ernährungsweisen (Parasitismus, Symbiose und saprobiontische Lebensweise) am Beispiel der Pilze anhand eines Lehrbuchtextes (alternativ: Film)
- Analyse weiterer Beispiele, auch von Mischfällen (z. B. Saprobionten, die auch geschwächte Bäume befallen)

Beantwortung der Unterrichtsfragen aus dem Einstieg:

- Bedeutung von Parasiten und Symbionten für Wirt und Lebenspartner
- Anbahnung der ökologischen Bedeutung der Zersetzung ( → Destruenten in UV 8.3, Stoffkreisläufe in UV 8.8)
- Erscheinen der Fruchtkörper im Herbst v. a. bei Mykorrhiza-Pilzen, vermutlich wegen besserer Nährstoff-Verfügbarkeit (Einlagerung von Reservestoffen in die Wurzeln der Symbionten)

*Kernaussage:*

*Saprobionten erhalten energiereiche Stoffe aus toter organischer Substanz (Kot, Leichen, Falllaub etc.), Parasiten aus dem Wirtsorganismus, dem sie damit schaden. Viele symbiontisch lebende Pilze erhalten energiereiche Stoffe von pflanzlichen Lebenspartnern. Flechten und Mykorrhiza, die von fast allen Blütenpflanzen ausgebildet werden, sind Beispiele für Symbiosen. Pilze spielen also als Zersetzer oder für ihren Wirt oder für ihren Lebenspartner eine wichtige Rolle im Ökosystem.*

## Jahrgangsstufe 9

### UV 9.3 „Bodenlebewesen und ihre Rolle im Ökosystem“

(ca. 4 Ustd., [in blau: fakultative Aspekte bei höherem Stundenkontingent](#))

#### Inhaltsfeldbeschreibung (Auszug)

Das komplexe, dynamische Beziehungsgefüge aus belebter und unbelebter Natur steht im Zentrum dieses Inhaltsfeldes. Der abstrakte Systemgedanke wird durch die Auseinandersetzung mit einem exemplarischen Ökosystem konkretisiert. Naturerfahrungen, die in diesem Zusammenhang erworben werden, bilden die Grundlage für umweltbewusstes Handeln.

Durch die praktische Untersuchung eines heimischen Ökosystems werden die vielfältigen Wechselwirkungen und Anpasstheiten ausgewählter Lebewesen an ihre Umwelt sowie ihre Rolle im Ökosystem erfahrbar. Ausgehend von konkret im Ökosystem vorgefundenen Vertretern wird der systematische Überblick über die Lebewesen insbesondere im Hinblick auf Wirbellose erweitert. [...]

Erweiterung des Kompetenzbereichs Kommunikation	Experimente / Untersuchungen / Arbeit mit Modellen	
<p><b>K2 Informationsverarbeitung:</b> Die Schülerinnen und Schüler können selbstständig Informationen und Daten aus analogen und digitalen Medienangeboten filtern, sie in Bezug auf ihre Relevanz, ihre Qualität, ihren Nutzen und ihre Intention analysieren, sie aufbereiten und deren Quellen korrekt belegen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">hier: Darstellung der Streubesiedlung mittels Tabellenkalkulation</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Untersuchung des Abbaus von Laubblättern in der Streu</li> <li>• Erfassung der Besiedlung von Laubstreu</li> <li>• <a href="#">quantitative Erfassung der Besiedlung von Laub- und Nadelstreu</a></li> <li>• <a href="#">Langzeitexperiment: Laubabbau unter verschiedenen Bedingungen</a></li> </ul>	
Beiträge zu den Basiskonzepten		
<p><b>System:</b> wechselseitige Beziehungen</p>	<p><b>Struktur und Funktion:</b> Anpasstheit bei Pflanzen und Tieren</p>	<p><b>Entwicklung:</b> ggf. Entwicklungsstadien von Insekten</p>

Vorbemerkung: Mehr als bei den anderen Inhaltsfeldern ist das Vorgehen in diesem Unterrichtsvorhaben natürlich von der Jahreszeit und den untersuchten Lebensräumen abhängig und nicht immer einfach übertragbar. In der Laubstreu lebende Organismen sind aber zumeist auch noch mit einsetzendem Winter zu finden.

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i> inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Schülerinnen und Schüler können...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen <i>Kernaussagen / Alltagsvorstellungen</i> <a href="#">in blau: fakultative Aspekte</a>
<b>Warum wächst der Waldboden nicht jedes Jahr höher?</b>	an einem heimischen Ökosystem Biotop und Biozönose beschreiben sowie die räumliche Gliederung und Veränderungen im Jahresverlauf erläutern (UF1, UF3, K1).	<p>Jahreszeitliche Anknüpfung: Laubfall</p> <p><a href="#">Kennenlernen und Systematisierung der verschiedenen Überwinterungsmöglichkeiten von Pflanzen (Lebensformtypen nach RAUNKIAER)</a></p> <p>Wiederholtes Fallenlassen von mitgebrachtem Laub in großen Standzylinder o.ä. führt zu der Frage „Warum wächst der Waldboden nicht jedes Jahr höher?“</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sammeln von Vermutungen</li> <li>- Überprüfen durch eine <a href="#">oder mehrere Untersuchungen</a></li> </ul>

<p><b>Welche Wirbellosen finden wir im Falllaub?</b></p> <p>ausgewählte Wirbellosen-Taxa, Artenkenntnis</p> <p><b>(S. 100-103)</b></p>	<p>ein heimisches Ökosystem hinsichtlich seiner Struktur untersuchen und dort vorkommende Taxa bestimmen (E2, E4).</p> <p>wesentliche Merkmale im äußeren Körperbau ausgewählter Wirbellosen-Taxa nennen und diesen Tiergruppen konkrete Vertreter begründet zuordnen (UF 3).</p>	<p>1. Untersuchung: Zerfallsstadien von Blättern: Heraussuchen möglichst unterschiedlicher Stadien aus Laubstreu, Aufkleben Auswertung u. a.: wegen Lochfraß unterschiedlicher Größe Beteiligung verschiedener Tiere wahrscheinlich</p> <p>2. Untersuchung: Besiedlung der Streu: Erfassungsmöglichkeiten z. B. vorherige Vorbereitung (Lernen der Formen) und Bildertafel oder Heraussuchen und nachträgliches Systematisieren <b>oder Anwendung eines Bestimmungsschlüssels</b></p> <p><u>Auswertungsschwerpunkt Systematik</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wesentliche äußere Merkmale von z. B. Ringelwürmern, Schnecken, Fadenwürmern, 4 Gliederfüßerklassen (Auswahlkriterien: z. B. häufig begegnende oder in anderen Zusammenhängen relevante Taxa)</li> <li>Übersicht über die Gruppen (Einordnung in das natürliche System)</li> <li>Zuordnungsübungen: Abbildungen noch nicht bekannter, möglichst häufiger Arten den besprochenen Tiergruppen zuordnen (z. B. Hausaufgabe)</li> <li>Ergänzung von Mikroorganismen (alternativ bei der Auswertung entsprechender Untersuchungen, s. u.)</li> </ul> <p><i>Kontrastierung der Alltagsvorstellung „Lebewesenteile und Leichen lösen sich vollständig auf. Dies geschieht ohne Zutun von Organismen, sondern z. B. durch Luft, Sonne, Hitze, Vergehen von Zeit.“</i></p> <p><i>Kernaussage:</i>  <i>Bei der Zersetzung der Laubstreu sind wirbellose Tiere und Mikroorganismen beteiligt. Über Segmentierung und Beinzahl lassen sich die Tiere den Stämmen Ringelwürmer, Weichtiere, Fadenwürmer und Gliederfüßer (Klassen Tausendfüßer, Spinnen, Krebstiere, Insekten) zuordnen.</i></p> <p><u>Auswertungsschwerpunkt Ökologie</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erarbeitung typischer Anpasstheiten bodenbewohnender Arten (Lebensformtypen) ausgehend von den eigenen Beobachtungen</li> <li>Zuordnung zu verschiedenen Ernährungsweisen (zusammen mit UV 8.2 Pilze Vorarbeit für UV 8.8 Stoffkreisläufe: Bedeutung der Destruenten)</li> </ul>
<p><b>Welche ökologische Bedeutung haben Wirbellose im Waldboden?</b></p> <p>charakteristische Arten und ihre Anpasstheiten an den Lebensraum</p>	<p>Angepasstheiten von ausgewählten Lebewesen an abiotische und biotische Umweltfaktoren erläutern (UF2, UF4).</p>	<p>3. Untersuchung (Erweiterungsmöglichkeit): <b>Quantitative Erfassung der Streu-Besiedlung</b></p>

ökologische Bedeutung von Pilzen  
und ausgewählten Wirbellosen

ca. 4 Ustd.

Fragestellung z. B.: „Unterscheiden sich Nadelstreu und Laubstreu in ihrer Besiedlung?“

- Erarbeitung der Bedingungen für die Vergleichbarkeit der Ergebnisse (Faktorenkontrolle), z. B. Proben abwägen, definiertes Durchsuchen auf einer weißen Fläche (Tipp: Leinwände, weiße Schalen aus Gastronomiebedarf)
- Eintragen der Abundanzen in Tabellenkalkulation
- Darstellung z.B. als Diagramm

4. Untersuchung der Beteiligung von Mikroorganismen:

Untersuchung des Laubzerfalls bei unterschiedlichen Bedingungen (nach Erhitzen auf 100 °C, mit Kompost-Starter zum Nachweis des Einflusses von Mikroorganismen)

*Kernaussage:*

*Viele Lebewesen in der Laubstreu ernähren sich von toter organischer Substanz bzw. darauf befindlichen Mikroorganismen, einige leben räuberisch. Sie sind in vielfältiger Weise an den Lebensraum angepasst, z. B. in Bezug auf Körpergestalt, Farbe, Sinnesleistungen, Verhalten bei Kälte und Trockenheit. Bei der Zersetzung werden Mineralsalze frei, die den Pflanzen wieder zur Verfügung stehen.*

## Jahrgangsstufe 9: UV 10.2 „Hormonelle Regulation der Blutzuckerkonzentration“

(ca. 8 Ustd., in blau: fakultative Aspekte bei höherem Stundenkontingent)

### Inhaltsfeldbeschreibung (Auszug)

Fehlernährung, Bewegungsmangel, Stress und Suchtverhalten sind Auslöser für viele Zivilisationserkrankungen. Fundierte Kenntnisse zur Funktionsweise des Organismus ermöglichen Entscheidungen für eine gesunde Lebensweise und fördern die Bereitschaft, Maßnahmen zur Vermeidung von [...] Zivilisationskrankheiten im persönlichen Bereich zu ergreifen.

Unter Berücksichtigung eigener Körpererfahrungen wird die Leistungsfähigkeit des menschlichen Körpers auf anatomischer und physiologischer Ebene betrachtet. [...] Physiologische Prozesse werden durch das [...] Hormonsystem gesteuert und reguliert.

Die Informationsverarbeitung wird als wesentliches Kennzeichen biologischer Systeme thematisiert. Als Beispiel für die Wirkung von Hormonen auf spezifische Zielzellen dient die hormonelle Regulation des Blutzuckerspiegels.

#### Erweiterung des Kompetenzbereichs Kommunikation

#### Experimente / Untersuchungen / Arbeit mit Modellen

##### **K1 Dokumentation:**

Die Schülerinnen und Schüler können Arbeitsprozesse und Ergebnisse in strukturierter Form mithilfe analoger und digitaler Medien nachvollziehbar dokumentieren und dabei Bildungs- und Fachsprache sowie fachtypische Darstellungsformen verwenden.

##### **K3 Präsentation:**

Die Schülerinnen und Schüler können biologische Sachverhalte, Überlegungen und Arbeitsergebnisse unter Verwendung der Bildungs- und Fachsprache sowie fachtypischer Sprachstrukturen und Darstellungsformen sachgerecht, adressatengerecht und situationsbezogen in Form von kurzen Vorträgen und schriftlichen Ausarbeitungen präsentieren und dafür digitale Medien reflektiert und sinnvoll verwenden.

- Modelldarstellungen zum Wirkmechanismus von Hormonen an ihrer Zielzelle nach dem Schlüssel-Schloss-Modell

### Beiträge zu den Basiskonzepten

#### **System:**

Arbeitsteilung im Organismus  
Zelle als basale strukturelle und funktionelle Einheit, Systemebenen Zelle-Gewebe-Organ-Organismus, Arbeitsteilung im Organismus, Stoff- und Energieumwandlung, Mechanismen der Regulation

#### **Struktur und Funktion:**

Schlüssel-Schloss-Modell bei Hormonen  
Gegenspielerprinzip bei Hormonen

#### **Entwicklung:**

<b>Sequenzierung:</b> <b>Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen /Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte</i>
<p><b>Wozu haben wir eigentlich „Zucker“ im Blut?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufgaben des „Zuckers“ im Blut</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca. 1 Ustd.</p>	<p>die Bedeutung der Glucose für den Energiehaushalt der Zelle erläutern (UF1, UF4).</p>	<p>Einstieg mit einem advance organizer zum aktuellen Unterrichtsvorhaben „Hormonelle Regulation der Blutzuckerkonzentration“ [1]  → Sammlung von Vorwissen, Fragen etc., gemeinsame Planung der Unterrichtsreihe</p> <p>Fokus der ersten Stunde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Frage nach der Aufgabe des Zuckers im Blut</li> <li>- Anknüpfung an Vorwissen aus der Jahrgangsstufe 6 (Ernährung und Verdauung) sowie aus der Jahrgangsstufe 7 (Photosynthese und Zellatmung) und dem Fachunterricht Chemie</li> </ul> <p><i>Ausführlichere Wiederholung</i></p> <p><i>Kernaussage:</i>  <i>Glukose ist ein energiereiches Molekül, das über den Darm ins Blut und in die Zellen gelangt. Sein Abbau liefert der Zelle die Energie für alle lebenserhaltenden Prozesse.</i>  <i>Zur Bereitstellung der Energie aus der Glukose ist Sauerstoff notwendig.</i></p>
<p><b>Wie wird der Zuckergehalt im Blut reguliert?</b></p> <p>Hormonelle Blutzuckerregulation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Positive und negative Rückkopplung</li> <li>• Darstellung in Pfeildiagrammen und Regelkreisen</li> <li>• Hormone Insulin, Glukagon, evtl. Adrenalin</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca. 3 Ustd.</p>	<p>am Beispiel des Blutzuckergehalts die Bedeutung der Regulation durch negatives Feedback und durch antagonistisch wirkende Hormone erläutern (UF1, UF4, E6).</p>	<p>Betrachtung von Messwerten der Blutzuckerkonzentration bei gesunden Personen [2]</p> <p>Veranschaulichung des normalerweise konstanten Blutzuckerspiegels von 70 – 110 mg /dl: bei einem Blutvolumen von 5-6 Litern entspricht das etwa 1 Teelöffel Traubenzucker (5 g) auf einen 5-Liter-Wasserkarner</p> <p>Erarbeitung der Blutzuckerregulation als Beispiel einer Regulation durch negatives Feedback [3]</p> <p><i>Die Alltagsvorstellung „Insulin alleine reguliert den Blutzuckergehalt“ wird durch Einbeziehen des Antagonisten Glukagon ergänzt.</i></p> <p><i>Die Alltagsvorstellung „Regulationen geschehen bewusst“ wird durch die „automatisierte“ Beeinflussung des Blutzuckergehalts in der Gegenrichtung der gemessenen Abweichung korrigiert. Die</i></p>



<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen /Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte</i>
		<p><i>Alltagsvorstellung „negatives Feedback ist negativ (=schlecht)“ wird durch die Darstellung der Folgen bei ausbleibendem Feedback kontrastiert.</i></p> <p>Übertragung des neuen Konzepts der Regulation durch negatives Feedback durch Erklärung der Regulation einer anderen körperlichen Größe, z.B. Blutdruck.</p> <p>Übertragung auf einem nicht-biologischen Zusammenhang, z.B. Thermostat (ohne technische Terminologie wie Stellglied, Regler etc.)</p> <p><i>Kontrastierung: Veranschaulichung von positivem Feedback, d.h. sich selbst verstärkender Prozesse und der sich ergebenden Problematik von „Teufelskreisen“ (z.B. Spielsucht) → Notwendigkeit der Unterbrechung negativer Wirkungen zur Aufrechterhaltung eines gesunden Körpers</i></p> <p><i>Kernaussage: Der Körper kontrolliert ständig den stets schwankenden Wert der Blutzuckerkonzentration und kann dabei regulierend eingreifen. Bei zu hoher Blutzuckerkonzentration wird das Hormon Insulin produziert, bei zu niedriger Blutzuckerkonzentration das gegensätzlich („antagonistisch“) wirkende Hormon Glukagon. Das jeweils ausgeschüttete Hormon wirkt dann korrigierend auf die Blutzuckerkonzentration zurück („negatives Feedback“). Negatives Feedback ist ein häufig vorkommender biologischer Regulationsmechanismus. Wesentlich dabei ist, dass gleichsinnige Beziehungen an einer Stelle durch eine gegensinnige Beziehung durchbrochen werden: „je mehr, desto weniger“ bzw. „je weniger, desto mehr“.</i></p>
<p><b>Wie funktionieren Insulin und Glukagon auf Zellebene?</b></p> <p>Hormonelle Blutzuckerregulation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsweise von Hormonen</li> </ul>	<p>das Schlüssel-Schloss-Modell zur Erklärung des Wirkmechanismus von Hormonen anwenden (E6).</p>	<p>Erarbeitung der Wirkweise von Insulin und Glukagon sowie einer allgemeinen Definition von Hormonen mithilfe des Schulbuchs</p> <p>Erläuterung von Modelldarstellungen zum Wirkmechanismus von Hormonen an ihrer Zielzelle nach dem Schlüssel-Schloss-Modell</p> <p><i>Kernaussage: Hormone sind chemische Signalstoffe, die von speziellen Zellen gebildet und in geringen Mengen ins Blut abgegeben werden.</i></p>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen /Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte</i>
<p style="text-align: right;">ca. 1 Ustd.</p>		<p><i>Dass sie nur an ihren spezifischen Zielzellen eine Wirkung entfalten, lässt sich mit dem Schlüssel-Schloss-Modell erklären: Auf der Membran der Zielzellen befinden sich zum jeweiligen Hormon passende Rezeptoren.</i></p>
<p><b>Wie ist die hormonelle Regulation bei Diabetikern verändert?</b></p> <p>Diabetes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterscheidung in Diabetes Typ I und II</li> <li>• Therapie und Prävention</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca. 3 Ustd.</p>	<p>Ursachen und Auswirkungen von Diabetes mellitus Typ I und II datenbasiert miteinander vergleichen sowie geeignete Therapieansätze ableiten (UF1, UF2, E5).</p> <p>Handlungsoptionen zur Vorbeugung von Diabetes Typ II entwickeln (B2).</p> <p>das Schlüssel-Schloss-Modell zur Erklärung des Wirkmechanismus von Hormonen anwenden (E6).</p>	<p>Betrachtung von Messwerten der Glukose- und der Insulinkonzentration im Blut nach Nahrungsaufnahme bei a) gesunder Person, b) Diabetes Typ I-Patient, b) Diabetes-Typ II-Patient: Vergleich und Versuch der Erklärung</p> <p>Arbeitsteilige Internetrecherche zu Ursachen, Auswirkungen und Symptomen bei Diabetes Typ I (Autoimmunerkrankung, ← Immunbiologie) und Typ II, sowie zu Therapien und präventiven Maßnahmen [4, 5]</p> <p><a href="#">Geschichte der Erforschung der Krankheit und ihrer Therapiemöglichkeiten [6]</a></p> <p><a href="#">Fokus auf K1 und K3: Entwicklung eigener Modelle und Analogien ausgehend von einem allgemeinen Schaubild zur Ursache von Diabetes mellitus, welche die Unterscheidung zwischen Typ I und II veranschaulichen [7]</a></p> <p><i>Kernaussage:</i> <i>Beiden Diabetestypen ist gemeinsam, dass die Blutzuckerkonzentration nach Nahrungsaufnahme hoch bleibt. Bei Diabetes Typ I liegt dies an einer Zerstörung der insulinproduzierenden Zellen, bei Diabetes Typ II an einer erworbenen Unempfindlichkeit der Rezeptoren gegenüber dem Hormon Insulin.</i> <i>Der Entwicklung einer Diabetes Typ II lässt sich durch kalorienarme Kost, Verzicht auf Nikotin sowie ausreichend Bewegung vorbeugen.</i></p>

**Weiterführende Materialien:**

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5850">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5850</a>	Beispiel für einen Advance Organizer zum Thema Diabetes
2	<a href="http://physiologie.cc/Glukosekurven.jpg">http://physiologie.cc/Glukosekurven.jpg</a> <a href="https://www.med4you.at/laborbefunde/lbef2/ogtt.gif">https://www.med4you.at/laborbefunde/lbef2/ogtt.gif</a> <a href="https://www.apotheken-umschau.de/multimedia/113/143/101/92995182609.jpg">https://www.apotheken-umschau.de/multimedia/113/143/101/92995182609.jpg</a>	Abbildungen: „Blutzuckerwerte nach Nahrungsaufnahme bei Gesunden“, Hinweis: jeweils die Kurve für Diabetes bzw. zuckerkrank abdecken
3	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5846">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5846</a>	Lernaufgabe „Regulation des Blutzuckergehalts“ (Projekt SINUS NRW)
4	<a href="https://www.wdr.de/tv/applications/fernsehen/wissen/quarks/pdf/zucker.pdf">https://www.wdr.de/tv/applications/fernsehen/wissen/quarks/pdf/zucker.pdf</a>	Frage-Antwort-Katalog rund um das Thema Diabetes, erarbeitet von der Redaktion der Sendung Quarks & Co.
5	<a href="https://www.planet-schule.de/wissenspool/meilensteine-der-naturwissenschaft-und-technik/inhalt/links-literatur/medizin/frederick-banting-charles-best-und-das-insulin.html">https://www.planet-schule.de/wissenspool/meilensteine-der-naturwissenschaft-und-technik/inhalt/links-literatur/medizin/frederick-banting-charles-best-und-das-insulin.html</a>	Wissenswertes, Links und Literaturempfehlungen rund um das Thema Diabetes
6	<a href="https://www.br.de/fernsehen/ard-alpha/sendungen/schulfernsehen/meilensteine-insulin102.html">https://www.br.de/fernsehen/ard-alpha/sendungen/schulfernsehen/meilensteine-insulin102.html</a>	Der ca. 15minütige Film aus der Reihe „Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik“ thematisiert Diabetes Typ I als Todesurteil bis in die 1920er Jahre. Er zeichnet die Erforschung der Krankheit und die Entwicklung zur technischen Gewinnung von Insulin als Medikament nach.
7	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5846">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5846</a>	Lernaufgabe „Diabetes“ (Projekt SINUS NRW)

Letzter Zugriff auf die URL: 29.09.2020

## Jahrgangsstufe 9

### UV 10.6 „Neurobiologie - Signale senden, empfangen und verarbeiten“

(ca. 8 Ustd., in blau: fakultative Aspekte bei höherem Stundenkontingent)

#### Inhaltsfeldbeschreibung (Auszug)

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

Physiologische Prozesse werden durch das Nerven- und das Hormonsystem gesteuert und reguliert. Die Informationsverarbeitung wird als wesentliches Kennzeichen biologischer Systeme thematisiert.

Erweiterung des Kompetenzbereichs Kommunikation		Experimente / Untersuchungen / Arbeit mit Modellen
<p><b>K1 Dokumentation:</b> Die Schülerinnen und Schüler können Arbeitsprozesse und Ergebnisse in strukturierter Form mithilfe analoger und digitaler Medien nachvollziehbar dokumentieren und dabei Bildungs- und Fachsprache sowie fachtypische Darstellungsformen verwenden.</p> <p><b>K3 Präsentation:</b> Die Schülerinnen und Schüler können biologische Sachverhalte, Überlegungen und Arbeitsergebnisse unter Verwendung der Bildungs- und Fachsprache sowie fachtypischer Sprachstrukturen und Darstellungsformen sachgerecht, adressatengerecht und situationsbezogen in Form von kurzen Vorträgen und schriftlichen Ausarbeitungen präsentieren und dafür digitale Medien reflektiert und sinnvoll verwenden.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• experimentelle Erfassung der Wahrnehmung eines Reizes</li>   <li>• Erklärung der Informationsübertragung an chemischen Synapsen anhand eines einfachen Modells</li> </ul>
Beiträge zu den Basiskonzepten		
<p><b>System:</b> Zelle als basale strukturelle und funktionelle Einheit, Mechanismen der Regulation</p>	<p><b>Struktur und Funktion:</b> Schlüssel-Schloss-Modell bei Neurotransmittern Spezialisierung von Zellen</p>	<p><b>Entwicklung:</b></p>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen / Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte</i>
<p><b>Wie steuert das Nervensystem das Zusammenwirken von Sinnesorgan und Effektor?</b></p> <p>Reiz-Reaktions- Schema</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bewusste Reaktion</li> <li>• Reflexe</li> </ul> <p>Einfache Modellvorstellungen zu Neuron und Synapse</p>	<p>die Wahrnehmung eines Reizes experimentell erfassen (E4, E5).</p> <p>die Unterschiede zwischen Reiz und Erregung sowie zwischen bewusster Reaktion und Reflexen beschreiben (UF1, UF3).</p>	<p>Problematisierung mithilfe einer kurzen Filmsequenz zum Thema „schnelles Reaktionsvermögen“, z.B. Reaktionen von Torwarten</p> <p>Diagnose von Schülervorstellungen: „Erkläre das Reaktionsvermögen unter Berücksichtigung der beteiligten Strukturen und Systeme im Organismus“</p> <p>Sammlung von Schülerfragen zum Reaktionsvermögen (z.B. „Kann das Reaktionsvermögen trainiert werden?“, „Was sind Reflexe?“, „Wie schnell ist unsere Reaktion auf...?“)</p> <p><b>Planung und Durchführung</b> eines einfachen quantitativen Experiments zur Reaktion auf aufgenommene Reize unter Beachtung von Sicherheitsvorschriften zum Schutz der Sinnesorgane</p> <p>Erarbeitung eines Schaubildes zum Reiz-Reaktions-Schema: Benennung der zentralen Strukturen und Vorgänge Modellhafte, einfache Erläuterung zu Bau und Funktion der Nerven und Neuronen (z.B. Analogie mit Verlängerungstrommel, Mehrfachsteckdose)</p>

<p>ca. 4 Ustd.</p>	<p>den Vorgang der Informationsübertragung an chemischen Synapsen anhand eines einfachen Modells beschreiben (UF1, E6).</p>	<p>Vergleich von bewusster Reaktion und einfachen Rückenmarksreflexen, Visualisierung der Unterschiede im Schaubild</p> <p>Beantwortung der Frage „Kann das Reaktionsvermögen trainiert werden?“ durch eine vereinfachte Erläuterung der synaptischen Plastizität und Grundlagen zu Lernvorgängen</p> <p><i>Die naiv-realistische Alltagsvorstellung „Realität und Wahrnehmung bilden eine Einheit“ wird durch „Wahrnehmung als funktionale Leistung des Gehirns“ kontrastiert.</i></p> <p>Fokussierung auf die Überbrückung bei der Erregungsweiterleitung zwischen zwei Neuronen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- fachliche Klärung: „Synapse“</li> <li>- kognitiver Konflikt „Wie kann das elektrische Signal den synaptischen Spalt überbrücken?“</li> <li>- Entwicklung eines dynamischen Modells zur Funktionsweise der chemischen Synapse mittels einer Lernaufgabe [1]</li> </ul> <p><i>Kernaussage:</i>  <i>Von Sinnesorganen aufgenommene Reize werden als elektrische Signale im Nervensystem weitergeleitet. Entsprechend der individuell ausgebildeten Verschaltungen von Neuronen erfolgt eine Interpretation der Signale im Gehirn sowie ggf. bewusste Reaktionen.</i>  <i>Reflexe stellen hingegen unbewusste Reaktionen auf Reize dar, die im Rückenmark verarbeitet werden. An den Synapsen erfolgt die Weiterleitung elektrischer Signale über chemische Transmitter.</i></p>
--------------------	---	--

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen / Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte</i>
<p><b>Welche Auswirkungen des Drogenkonsums lassen sich mit neuronalen Vorgängen erklären?</b></p> <p>Auswirkungen von Drogenkonsum</p> <p style="text-align: right;">ca. 2 Ustd.</p>	<p>von Suchtmitteln ausgehende physische und psychische Veränderungen beschreiben und Folgen des Konsums für die Gesundheit beurteilen (UF1, B1).</p>	<p>Problematisierung: „Rauchen - Ein Mittel gegen Stress?“ [2]</p> <p>Erarbeitung der Drogenwirkung am Beispiel Nikotin, hierbei Vertiefung der neurobiologischen Grundlagen [3]:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nikotin bindet an Acetylcholin-Rezeptoren, Klärung der unmittelbaren Effekte auf Körper und Psyche</li> <li>- Bindungsdauer am Rezeptor ist länger als bei ACh, daher</li> <li>- vermehrter Einbau von Rezeptoren in die Membran</li> <li>- fehlendes Nikotin verursacht zu viele freie Rezeptoren, es entsteht ein Verlangen nach der nächsten Dosis, Suchtgefahr</li> </ul> <p>(alternativ kann auch Hirndoping als Kontext dienen)</p> <p>Bewertung der Gesundheitsschädigung und Diskussion der Gesetzeslage in Deutschland auf Grundlage einer Recherche [4]</p> <p><i>Kernaussage:</i> <i>Substanzen, die ins Gehirn gelangen und dort an Rezeptoren für Neurotransmitter binden, beeinflussen Körperfunktionen und Psyche erheblich. Bei andauerndem Konsum können sie eine Veränderung der neuronalen Struktur bewirken, woraus eine körperliche Abhängigkeit resultiert.</i></p>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen / Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte</i>
<p><b>Wie entstehen körperliche Stresssymptome?</b></p> <p>Reaktionen des Körpers auf Stress</p> <p>ca. 2 Ustd.</p>	<p>die Informationsübertragung im Nervensystem mit der Informationsübertragung durch Hormone vergleichen (UF 3).</p> <p>körperliche Reaktionen auf Stresssituationen erklären (UF2, UF4).</p>	<p>Problematisierung: Was ist ein geeignetes Mittel gegen Stress? Ursachenforschung zu den Stresssymptomen, um ihnen im Alltag wirkungsvoll begegnen zu können</p> <p>Erarbeitung eines Schaubildes, welches das Zusammenspiel von Nervensystem, (Immunsystem) und Hormonsystem im Organismus veranschaulicht</p> <p><b>Umgang mit Stress: Recherche und Erstellung eines Plakates zur Bewältigung von Schulstress [5]</b></p> <p><i>Kernaussage:</i> Stress ist ein Zustand erhöhter Alarmbereitschaft im Organismus, der durch das vegetative Nervensystem sowie das Hormonsystem ausgelöst wird. Beide Systeme bewirken Stresssymptome, die als evolutionäres Überlebensprogramm zu verstehen sind (fight or flight-Syndrom). Chronischer Stress führt zu ernsthaften gesundheitlichen Beeinträchtigungen, weshalb Bewegung und Entspannung zur Stressreduktion bewusst in den Alltag integriert werden sollten.</p>

#### Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/front_content.php?idart=12718">https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/front_content.php?idart=12718</a> → siehe „Jg. 10“	Lernaufgabe: Entwicklung eines dynamischen Modells zur Funktionsweise der Synapse
2	<a href="https://www.feelok.de/de_DE/jugendliche/themen/tabelle/wo_stehst_du/was_jugendliche_an_die_zigarette_bindet/gefuehle/ein_mittel_gegen_stress.cfm">https://www.feelok.de/de_DE/jugendliche/themen/tabelle/wo_stehst_du/was_jugendliche_an_die_zigarette_bindet/gefuehle/ein_mittel_gegen_stress.cfm</a>	Sehr umfangreiche Materialseite des Baden-Württembergischen Landesverbandes für Suchtprävention; hier ein Auszug aus dem Modul „Trotzdem gibt es Raucher“.



3	<a href="https://www.dasgehirn.info/entdecken/drogen/steckbrief-nikotin">https://www.dasgehirn.info/entdecken/drogen/steckbrief-nikotin</a>	Wesentliche Informationen zur Wirkung von Nikotin als Grundlage für die Gestaltung eines Arbeitsmaterials für Schülerinnen und Schüler
4	<a href="https://www.feelok.de/de_DE/jugendliche/themen/tabak/interessante_themen/gesetze/tabakpraevention/deutsche_gesetzeslage.cfm">https://www.feelok.de/de_DE/jugendliche/themen/tabak/interessante_themen/gesetze/tabakpraevention/deutsche_gesetzeslage.cfm</a>	Sehr umfangreiche Materialseite des Baden-Württembergischen Landesverbandes für Suchtprävention; hier ein Auszug aus dem Modul „Verschaff dir den Durchblick“
5	<a href="https://www.dguv-lug.de/sekundarstufe-i/stresskompetenz-arbeitsorganisation/leistung-auf-den-punkt-gebracht/">https://www.dguv-lug.de/sekundarstufe-i/stresskompetenz-arbeitsorganisation/leistung-auf-den-punkt-gebracht/</a>	Umfassendes Materialpaket der deutschen gesetzlichen Unfallversicherung für die SI

Letzter Zugriff auf die URL: 03.01.2020

## Jahrgangsstufe 9: UV 10.3 „Fruchtbarkeit und Familienplanung“

**Die Fachkonferenz hat festgestellt, dass der beispielhafte schulinterne Lehrplan des Landes NRW für dieses Unterrichtsvorhaben nicht ausreicht. Es fehlen u.A. Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans und wichtige Themen. Für die Sexualerziehung sollten ca. 20 Ustd. eingeplant werden.**

(ca. 8 Ustd., in blau: fakultative Aspekte bei höherem Stundenkontingent)

### Inhaltsfeldbeschreibung (Auszug)

Der Beitrag des Faches Biologie zur Sexualerziehung [...] unterstützt die Persönlichkeitsentwicklung durch die Reflexion der eigenen Rolle und des eigenen Handelns. Leitend [ist] insgesamt die Erziehung zu partnerschaftlichem und verantwortungsbewusstem Handeln [...].

Das biologische Fachwissen bildet eine Grundlage für die Übernahme von Verantwortung in einer Partnerschaft und in der Schwangerschaft. Es ermöglicht eine fundierte Diskussion zu ethischen Fragestellungen, zum Beispiel in Bezug auf einen Schwangerschaftsabbruch. Über die menschliche Sexualität hinaus werden allgemeinbiologische Zusammenhänge im Bereich Fortpflanzung und Individualentwicklung deutlich.

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

#### Erweiterung des Kompetenzbereichs Kommunikation

#### Experimente / Untersuchungen / Arbeit mit Modellen

##### **K4 Argumentation:**

Die Schülerinnen und Schüler können auf der Grundlage biologischer Erkenntnisse und naturwissenschaftlicher Denkweisen faktenbasiert, rational und schlüssig argumentieren sowie zu Beiträgen anderer respektvolle, konstruktiv-kritische Rückmeldungen geben.

- Datenerhebung zur Sicherheit von Verhütungsmethoden am Beispiel des Pearl-Index (Theorie) (KLP)

### Beiträge zu den Basiskonzepten

##### **System:**

Zusammenwirken verschiedener Systemebenen bei der hormonellen Regulation, Prinzip der negativen und positiven Rückkopplung

##### **Struktur und Funktion:**

Schlüssel-Schloss-Modell und Gegenspielerprinzip bei Hormonen

##### **Entwicklung:**

Embryonalentwicklung des Menschen

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen /Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte</i>
<p><b>Welchen Einfluss haben Hormone auf die zyklisch wiederkehrenden Veränderungen im Körper einer Frau?</b></p> <p>Hormonelle Steuerung des Zyklus</p> <p>ca. 4 Ustd.</p>	<p>den weiblichen Zyklus unter Verwendung von Daten zu körperlichen Parametern in den wesentlichen Grundzügen erläutern (UF2, E5).</p> <p>die Datenerhebung zur Sicherheit von Verhütungsmethoden am Beispiel des Pearl-Index erläutern und auf dieser Grundlage Aussagen zur Sicherheit kritisch reflektieren (E5, E7, B1).</p>	<p>Problematisierung: „Warum kann ein Mann prinzipiell jederzeit Kinder zeugen, eine Frau aber nicht jederzeit schwanger werden?“</p> <p>Rückgriff auf Vorwissen zu männlichen und weiblichen Keimzellen und ihrer Bildung aus der Progressionsstufe 1, Wiederholung des grundsätzlichen Ablaufs des weiblichen Zyklus und der fruchtbaren Tage als Voraussetzung für eine Schwangerschaft [1]</p> <p>Anknüpfung an das vorhergehende UV Blutzuckerregulation: Bewusstmachung von Vorwissen zur Wirkweise von Hormonen sowie zur Regulation durch negatives Feedback</p> <p>Erarbeitung der hormonellen Steuerung des weiblichen Zyklus z.B. mittels einer Lernaufgabe [2]:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anfertigen einer tabellarischen Übersicht über die weiblichen Hormone FSH, Östrogen, LH und Progesteron (Bildungs- und Wirkort(e), Wirkungen)</li> <li>- Darstellung der gegenseitigen Beeinflussung dieser Hormone in einem Regelkreis („je... desto...“-Beziehungen mit Plus-/Minus-Zeichen)</li> <li>- <b>Hypothesenbildung zum Konzentrationsverlauf der Hormone FSH, Östrogen, LH und Progesteron im weiblichen Zyklus (Kurvendiagramm)</b></li> <li>- Erklärung der sich zyklisch verändernden körperlichen Parameter (z.B. Follikelreifung, Zervixsekret, Muttermundöffnung, Gebärmutter Schleimhaut, Körpertemperatur)</li> </ul> <p><b>Kritische Reflexion der Nutzung von rein kalenderbasierten Zyklus-Apps zur Vorhersage der fruchtbaren Tage im Vergleich zu Methoden der natürlichen Familienplanung, die die kombinierte Beobachtung verschiedener Parameter zur tagesaktuellen Bestimmung der Fruchtbarkeit nutzen [2]</b></p> <p><i>Die Alltagsvorstellung „Der Eisprung geschieht immer am selben Tag des weiblichen Zyklus, bei den meisten Frauen am 14. Zyklustag. Eine Schwangerschaft lässt sich durch Vermeiden von</i></p>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen /Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte</i>
	<p>die Übernahme von Verantwortung für sich selbst und andere im Hinblick auf sexuelles Verhalten an Fallbeispielen diskutieren (B4, K4).</p>	<p>ungeschütztem Geschlechtsverkehr kurz vor und an diesem Tag verhindern.“ wird kontrastiert.</p> <p><i>Kernaussage:</i> Im weiblichen Körper sind nur an wenigen Zyklus-Tagen sämtliche Voraussetzungen für das Eintreten einer Schwangerschaft gegeben: Neben dem Vorhandensein einer befruchtungsfähigen Eizelle gehören dazu u.a. ein offener Muttermund, flüssiges Zervixsekret sowie eine aufgebaute Gebärmutter Schleimhaut. Diese Parameter werden durch ein kompliziertes Wechselspiel weiblicher Hormone gesteuert. Da die Hormonproduktion auch durch äußere Faktoren (z.B. Schlafmangel, Stress) beeinflusst wird, kann der Zyklus schwanken. Zusammen mit der maximalen Überlebensdauer der Spermien im weiblichen Körper ergeben sich etwa 6 fruchtbare Tage im Zyklus einer Frau.</p> <p>Ableitung von hormonellen Behandlungsmöglichkeiten, z.B. bei Kinderwunsch [2]</p>
<p><b>Wie lässt sich die Entstehung einer Schwangerschaft verhüten?</b></p> <p>Verhütung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsweise hormoneller Verhütungsmittel</li> <li>• „Pille danach“</li> </ul> <p>Umgang mit der eigenen Sexualität</p>	<p>die Datenerhebung zur Sicherheit von Verhütungsmethoden am Beispiel des Pearl-Index erläutern und auf dieser Grundlage die Aussagen zur Sicherheit von Verhütungsmitteln kritisch reflektieren. (E5, E7, B1).</p>	<p>Präsentation einer tabellarischen Übersicht von verschiedenen Verhütungsmitteln unter Berücksichtigung der Angabe zum Pearl-Index <b>alternativ Sammlung von Vergleichskriterien (Wirkweise und -dauer, Anwendung, Sicherheit, Nebenwirkungen, Kosten, ...), tabellarischer Vergleich ausgewählter Verhütungsmittel entsprechend der genannten Kriterien</b></p> <p>Diskussion des Pearl-Index (PI) als Kriterium zur Beurteilung der Verhütungssicherheit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erklärung: Was ist der Pearl-Index? [3]</li> <li>- Fokussierung auf abweichende PI-Werte für dasselbe Verhütungsmittel (z.B. PI für Diaphragma: 2-20).</li> <li>- Hypothesenbildung zur Erklärung der stark schwankenden Werte</li> <li>- Reflexion: Wie aussagekräftig ist der PI?</li> </ul>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen /Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte</i>
<p style="text-align: center;">ca. 2 Ustd.</p>	<p>Verhütungsmethoden und die „Pille danach“ kriteriengeleitet vergleichen und Handlungsoptionen für verschiedene Lebenssituationen begründet auswählen (B2, B3).</p>	<p><i>Kernaussage:</i>  <i>Verhütungsmethoden müssen mindestens an einer der notwendigen Voraussetzungen für die Entstehung einer Schwangerschaft ansetzen.</i>  <i>Ihre Sicherheit wird seit den 1930er Jahren oft mit dem sogenannten Pearl-Index angegeben. Er bezeichnet den prozentualen Anteil von Frauen, die trotz der angewendeten Verhütungsmethode innerhalb eines Jahres schwanger geworden sind.</i>  <i>Eine wissenschaftlich und statistisch einwandfreie Aussage zur Sicherheit des jeweiligen Verhütungsmittels ist damit jedoch nicht möglich, da Variablen wie z.B. die Häufigkeit des Geschlechtsverkehrs der Probandinnen, ihre Motivation oder ihr korrekter Umgang mit dem Verhütungsmittel bei der Erfassung nicht konstant gehalten werden können. Bei der Beurteilung der Sicherheit einer Verhütungsmethode sollte daher besser zwischen Methoden- und Anwendersicherheit differenziert werden.</i></p> <p>Rückgriff auf die Tabelle, Anknüpfen an das Kriterium „Nebenwirkungen“: Erarbeitung der Beeinflussung des weiblichen Zyklus durch hormonelle Verhütungsmittel</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Darstellung der Konzentrationsverläufe der mit dem Pillenpräparat eingenommenen und der körpereigenen weiblichen Hormone im Verlauf des „Zyklus“ (= der Einnahme einer Pillenpackung bis zur Pillenpause) in einem Kurvendiagramm</li> <li>- Vergleich mit den Abläufen bei natürlichem Zyklusgeschehen und Ableitung der verhütenden Wirkung(en) des Pillenpräparats</li> <li>- Kritische Reflexion anhand des Beipackzettels einer Pille: Pille als harmloses Lifestyle-Produkt?</li> <li>- Ableitung oder Begründen des Vorgehens zur Pilleneinnahme, der weiteren Verhütungssicherheit sowie der Möglichkeit einer Schwangerschaft bei zuvor stattgefundenem Geschlechtsverkehr bei (nur) einmaliger vergessener Einnahme in den verschiedenen Zykluswochen</li> </ul>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen /Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte</i>
	<p>die Übernahme von Verantwortung für sich selbst und andere im Hinblick auf sexuelles Verhalten an Fallbeispielen diskutieren (B4, K4),</p>	<p>Informationen zur „Pille danach“, Vergleich mit der „Pille“ (Wirkstoff, Einnahme, Wirkmechanismus)</p> <p>Zusammenfassung und Anwendung: Diskussion von Handlungsoptionen in verschiedenen Lebenssituationen (Fallbeispiele): In welcher Lebenssituation ist welches Verhütungsmittel sinnvoll? Bei welcher „Verhütungspanne“ ist die Einnahme der „Pille danach“ (nicht) sinnvoll?</p> <p><i>„Die ‚Pille danach‘ ist eine unproblematische Möglichkeit, nach einer ‚Verhütungspanne‘ eine ungewollte Schwangerschaft zu verhindern.“ ist eine gängige Alltagsvorstellung, die möglicherweise auch durch die Rezeptfreiheit und eine somit mögliche heimische „Vorrathaltung“ befördert wird. Diese Alltagsvorstellung wird revidiert. Ebenso wird die Vorstellung „Die ‚Pille danach‘ ist eine Abtreibungspille“ kontrastiert.</i></p> <p><i>Kernaussage:</i>  <i>Mit der täglichen Einnahme künstlicher Hormonersatzstoffe in der „Pille“ kann die natürliche Regulation verschiedener körpereigener Hormone gezielt ausgeschaltet werden, so dass i.d.R. mehrere für eine Schwangerschaft notwendige Parameter im Körper der Frau fehlen.</i></p> <p><i>Die „Pille danach“ wirkt dagegen über eine einmalige Gabe hochdosierter Hormone. Hier ist wichtig, wann im Zyklus der Frau die Verhütungspanne geschehen ist. Die Hormone in der Pille danach können einen noch nicht erfolgten Eisprung um mehrere Tage verschieben, so dass bis dahin alle Spermienzellen im Körper der Frau abgestorben sind und keine Befruchtung mehr erfolgen kann. Ist der Eisprung jedoch bereits erfolgt, kann die „Pille danach“ eine Schwangerschaft nur noch über eine eventuelle Nidationshemmung verhindern.</i></p>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen /Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte</i>
<p><b>Wie entwickelt sich ein ungeborenes Kind?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Embryonalentwicklung des Menschen</li> </ul> <p><b>Welche Konflikte können sich bei einem Schwangerschaftsabbruch ergeben?</b></p> <p>Schwangerschaftsabbruch</p> <p>ca. 2 Ustd.</p>	<p>die wesentlichen Stadien der Entwicklung von Merkmalen und Fähigkeiten eines Ungeborenen beschreiben (UF1, UF3).</p> <p>kontroverse Positionen zum Schwangerschaftsabbruch unter Berücksichtigung ethischer Maßstäbe und gesetzlicher Regelungen gegeneinander abwägen (B1, B2).</p> <p>die Übernahme von Verantwortung für sich selbst und andere im Hinblick auf sexuelles Verhalten an Fallbeispielen diskutieren (B4, K4).</p>	<p>Erarbeitung der Entwicklung eines Ungeborenen z.B. als vorbereitende Hausaufgabe, Rückgriff auf Vorwissen aus der Progressionsstufe 1</p> <p>Thematisierung eines Schwangerschaftsabbruchs mithilfe eines Fallbeispiels [4] Hinweis auf gesetzliche Regelungen [5] Die Zusammenarbeit mit den Fächern Religion und Praktische Philosophie ist hier erforderlich.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler kommentieren verschiedene Reaktionen und Bewertungen dieser Entscheidung (z.B. ausgewählte Leserkommentare auf das Fallbeispiel [4]) in einer Art Museumsgang an Stationen z.B. in einem „Stummen Gespräch“.</p> <p>Im Unterrichtsgespräch: Gemeinsame Reflexion der hinter einem Kommentar stehenden ethischen Maßstäbe</p>
<p><b>Vielfältige sexuelle Orientierungen und geschlechtliche Identitäten als Bereicherung für die Gesellschaft wertschätzen</b></p>	<p>bei Aussagen zu unterschiedlichen Formen sexueller Orientierung und geschlechtlicher Identität Sachinformationen von Wertungen unterscheiden (B1),</p> <p>die Übernahme von Verantwortung für sich selbst und andere im Hinblick auf sexuelles Verhalten an Fallbeispielen diskutieren (B4, K4),</p>	<p>Bezug zum UNESCO-Profil: Menschenrechte in der Sexualerziehung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verantwortung für sich und andere</li> <li>- Sexuelle Orientierung</li> <li>- Geschlechtliche Identität</li> <li>- Verhütung</li> <li>- Schwangerschaftsabbruch</li> </ul>

<b>Sequenzierung:</b> <b>Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen /Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte</i>
<p>Auflistung der Kompetenzen des Kernlehrplans, die hier z.T. fehlen:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• den weiblichen Zyklus unter Verwendung von Daten zu körperlichen Parametern in den wesentlichen Grundzügen erläutern (UF2, E5),</li> <li>• die wesentlichen Stadien der Entwicklung von Merkmalen und Fähigkeiten eines Ungeborenen beschreiben (UF1, UF3),</li> <li>• über die Reproduktionsfunktion hinausgehende Aspekte menschlicher Sexualität beschreiben (UF1).</li> <li>• die Datenerhebung zur Sicherheit von Verhütungsmitteln am Beispiel des Pearl-Index erläutern und auf dieser Grundlage die Aussagen zur Sicherheit kritisch reflektieren (E5, E7, B1).</li> <li>• die Übernahme von Verantwortung für sich selbst und andere im Hinblick auf sexuelles Verhalten an Fallbeispielen diskutieren (B4, K4),</li> <li>• bei Aussagen zu unterschiedlichen Formen sexueller Orientierung und geschlechtlicher Identität Sachinformationen von Wertungen unterscheiden (B1),</li> <li>• Verhütungsmethoden und die „Pille danach“ kriteriengeleitet vergleichen und Handlungsoptionen für verschiedene Lebenssituationen begründet auswählen (B2, B3),</li> <li>• kontroverse Positionen zum Schwangerschaftsabbruch unter Berücksichtigung ethischer Maßstäbe und gesetzlicher Regelungen gegeneinander abwägen (B1, B2)</li> </ul>		

#### Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5846">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5846</a>	Lernaufgabe „Schwangerschaft“ (Projekt SINUS NRW)
2	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5846">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5846</a>	Lernaufgabe „Der weibliche Zyklus“ (Projekt SINUS NRW)
3	<a href="https://www.apotheken-umschau.de/Verhuetung/Was-ist-der-Pearl-Index-555571.html">https://www.apotheken-umschau.de/Verhuetung/Was-ist-der-Pearl-Index-555571.html</a>	Einminütiges Video zur Erläuterung des Pearl-Index (ohne kritische Reflexion)
4	<a href="https://www.zeit.de/campus/2018-04/schwangerschaftsabbruch-studium-entscheidung-ueberforderung/komplettansicht?print">https://www.zeit.de/campus/2018-04/schwangerschaftsabbruch-studium-entscheidung-ueberforderung/komplettansicht?print</a>	Der Artikel auf Zeit Online vom 09.04.2018 lässt die beiden Studierenden Corinna und Jeremy zu Wort kommen, die eine nach einer gemeinsamen Nacht ungewollt entstandene Schwangerschaft beenden. Die Gewissensnöte während des Zeitdrucks zur Entscheidung und die Folgen für die beiden Jahre nach dem Abbruch werden deutlich. Der Artikel wurde über 800mal kommentiert.



		<p>Die Kommentare selbst zeigen unterschiedliche Bewertungen ihrer Entscheidung zum Schwangerschaftsabbruch.</p> <p>Den Artikel kann man in gekürzter Form verwenden oder als Hausaufgabe online lesen lassen. Ebenfalls sollte man eine Auswahl aus gegensätzlichen Kommentaren treffen (geeignet sind z.B. Kommentare der folgenden User: grauwolf1980, Epikur II, Kulturchrist, Zahlen und Zeit, antinero, AdolfHeidegger, sylvia_borin)</p>
5	<a href="https://www.familienplanung.de/beratung/schwangerschaftsabbruch/rechtsslage-und-indikationen/">https://www.familienplanung.de/beratung/schwangerschaftsabbruch/rechtsslage-und-indikationen/</a>	Seite der Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung mit Informationen zum Schwangerschaftsabbruch

Letzter Zugriff: 29.09.2020

### 3.4. Stufe 10

## Jahrgangsstufe 10 UV 10.1 „Immunbiologie – Abwehr und Schutz vor Erkrankungen“

(ca. 16 Ustd., in blau: fakultative Aspekte bei höherem Stundenkontingent)

### Inhaltsfeldbeschreibung (Auszug)

Auf der zellulären Ebene finden sich im Organismus Regulationsmechanismen unter anderem bei der Reaktion auf eingedrungene Bakterien, Viren und Allergene. Diese immunbiologischen Kenntnisse sind für das Verständnis von Prävention, Diagnostik und Therapie vieler Erkrankungen von zentraler Bedeutung. Fundierte Kenntnisse zur Funktionsweise des Organismus ermöglichen Entscheidungen für eine gesunde Lebensweise und fördern die Bereitschaft, Maßnahmen zur Vermeidung von Infektions- und Zivilisationskrankheiten im persönlichen Bereich zu ergreifen.

#### Erweiterung des Kompetenzbereichs Kommunikation

#### Experimente / Untersuchungen / Arbeit mit Modellen

##### **K2 Informationsverarbeitung:**

Die SuS können selbstständig Informationen und Daten aus analogen und digitalen Medienangeboten filtern, sie in Bezug auf ihre Relevanz, ihre Qualität, ihren Nutzen und ihre Intention analysieren, sie aufbereiten und deren Quellen korrekt belegen.

##### **K4 Argumentation:**

Die SuS können auf der Grundlage biologischer Erkenntnisse und naturwissenschaftlicher Denkweisen faktenbasiert, rational und schlüssig argumentieren sowie zu Beiträgen anderer respektvolle, konstruktiv-kritische Rückmeldungen geben.

- Planung, Durchführung, Auswertung von Abklatschversuchen (Petrischalen mit Nährboden)

### Beiträge zu den Basiskonzepten

#### **System:**

Arbeitsteilung im Organismus  
Zelle als basale strukturelle und funktionelle Einheit, Systemebenen Zelle-Gewebe-Organ-Organismus, Arbeitsteilung im Organismus, Mechanismen der Regulation

#### **Struktur und Funktion:**

Schlüssel-Schloss-Modell bei der Immunantwort

#### **Entwicklung:**

individuelle Entwicklung des Immunsystems

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen /Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte</i>
<p><b>Wie unterscheiden sich Bakterien und Viren?</b></p> <p>virale und bakterielle Infektionskrankheiten</p> <p>Bau der Bakterienzelle</p> <p>Aufbau von Viren</p> <p style="text-align: right;">3 Ustd.</p>	<p>den Bau und die Vermehrung von Bakterien und Viren beschreiben (UF1).</p>	<p>Anknüpfung an SuS-Alltag: Wieso verschreiben Ärztinnen und Ärzte nicht immer Antibiotika?</p> <p>Problematisierung durch Bildbetrachtung eines Scharlach- und eines Masernpatienten: kurze Schilderung der eigentlich ähnlichen Krankheitsbilder sowie der unterschiedlichen Behandlung im Lehrervortrag oder Rückgriff auf Schülerwissen oder als Hausaufgabe, dabei Klärung des Ablaufs einer Infektionserkrankung</p> <p><a href="#">Recherche zu verschiedenen viralen und bakteriellen Infektionskrankheiten [1]</a></p> <p>Anfertigen einer Vergleichstabelle (Größe, Aufbau, Formen, Verbreitungsweise, Vermehrung, Stoffwechsel, Vorkommen, Auswirkungen auf den Wirt) zu den Unterschieden zwischen Bakterien und Viren mithilfe von Abbildungen und Texten im Schulbuch oder mithilfe eines Informationstextes in Partnerarbeit [2]</p> <p>Ergänzung der Tabelle durch die Kategorie „Bedeutung für den Menschen“ (Bakterien anhand eines Kurzfilms [3], Viren im Lehrervortrag)</p> <p><i>Den Alltagsvorstellungen „Bakterien sind böse Krankheitserreger“, „Bakterien sind primitiv“, „Bakterien sind kleine Tiere“ bzw. verschiedener Kombinationen derselben wird entgegengewirkt.</i></p> <p><a href="#">Mikroskopie von Bakterien am Beispiel von Zahnbelag oder mit Dauerpräparaten aus der Sammlung</a></p>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen /Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte</i>
<p><b>Wie wirken Antibiotika und weshalb verringert sich in den letzten Jahrzehnten deren Wirksamkeit?</b></p> <p>Einsatz von Antibiotika</p> <p>3 Ustd.</p>	<p>den Einsatz von Antibiotika im Hinblick auf die Entstehung von Resistenzen beurteilen (B1, B3, B4, K4).</p>	<p>Rückgriff auf die unterschiedliche Behandlung bei Scharlach und Masern</p> <p>Auswertung einer Abbildung zum klassischen FLEMING-Versuch bzw. zu einem Lochplattentest [4]</p> <p><a href="#">Erarbeitung des Wegs von der Entdeckung des Penicillins zur Massenproduktion und Klärung der grundsätzlichen Wirkung auf Bakterien [5]</a></p> <p><i>Kernaussage:</i> <i>Bakterien sind eine Gruppe (Reich) von Lebewesen, die sich durch Zweiteilung vermehren und eine spezielle Zellwand besitzen. Antibiotika verhindern z. B. den Aufbau der bakteriellen Zellwand. Viren besitzen diese Zellwand nicht, sie benötigen für die Fortpflanzung eine Wirtszelle, die dabei u.U. zerstört wird</i></p> <p>Problematisierung durch diverse Überschriften aus den Medien, z.B. „Die Wunderwaffe wird stumpf“, „MRSA auf dem Vormarsch“, „Pharmakonzerne entwickeln keine neuen Antibiotika mehr“ usw.</p> <p>Fachliche Klärung „Antibiotikaresistenz“ und Aufwerfen der Frage: „Wieso nimmt die Zahl der antibiotikaresistenten Bakterienarten zu?“</p> <p>Auswerten einer Grafik zum Antibiotikaeinsatz und zur Verbreitung von Antibiotika in der Umwelt [6] und den Antibiotikaeinsatz in der Tierzucht bewerten</p> <p><a href="#">Arbeitsblatt zum Fluktuationstest bzw. dem LURIA/DELBRÜCK-Versuch (keine Thematisierung der Präadaption) [7]</a></p> <p><i>Kernaussage:</i> <i>Der hohe Antibiotikaeinsatz in der Landwirtschaft und Medizin führt dazu, dass durch Zufall resistent gewordene Bakterienarten Selektionsvorteile haben und sich ausbreiten.</i></p>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen /Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte</i>
<p><b>Wie funktioniert das Immunsystem?</b></p> <p>unspezifische</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schutzbarrieren</li> <li>• Makrophagen</li> </ul> <p>und spezifische Immunreaktion</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zelluläre Reaktion</li> <li>• humorale Reaktion</li> </ul> <p>Organtransplantation</p> <p style="text-align: right;">4 Ustd.</p>	<p>das Zusammenwirken des unspezifischen und spezifischen Immunsystems an einem Beispiel erklären (UF4).</p> <p>die Immunantwort auf körperfremde Gewebe und Organe erläutern (UF2).</p>	<p>Wieso sind wir nicht ständig krank?          Problematisierung: Bakterien sind überall – Verdeutlichung durch Tabelle mit Anzahl von Bakterien an verschiedenen Alltagsgegenständen [8],</p> <p>Entwicklung eines Schaubildes oder Schemas zur Funktion des Immunsystems mittels Film/AB [9] und Ergänzung durch das Schulbuch          Herausarbeiten der Bedeutung des unspezifischen Immunsystems</p> <p><i>Die Alltagsvorstellung „Der Körper reagiert zweckmäßig und absichtsvoll bei der Abwehr von Krankheitserregern“ wird kontrastiert.</i></p> <p><a href="#">Anwendung der Reaktion des Immunsystems auf HIV-Infektion an den entwickelten Schaubildern</a></p> <p>Wieso müssen Organempfänger so viele Medikamente einnehmen?          Problematisierung: Zeitungsartikel mit Foto einer täglichen Tablettenration eines Herztransplantierten [10]          Anwendung der Reaktion des Immunsystem auf Organtransplantationen an den entwickelten Schaubildern</p> <p><a href="#">Ablauf und Bedeutung von Organspenden Blutgruppen (ohne Vererbung)</a></p> <p><i>Kernaussage:          Der menschliche Körper ist durch viele Barrieren vor dem Eindringen von Krankheitserregern geschützt. Dennoch eindringende Erreger werden unspezifisch von Makrophagen zersetzt. Zudem führt die spezifische Immunreaktion dazu, dass Killerzellen und Antikörper gegen den Erregertyp gebildet werden.          Bei Organtransplantationen muss die Immunantwort des Körpers mit Medikamenten unterdrückt werden.</i></p>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen /Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte</i>
<b>Fehler im (Immun-)System?</b>  Allergien <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allergen</li> <li>• Mastzellen</li> </ul> <p style="text-align: right;">2 Ustd.</p>	die allergische Reaktion mit der Immunantwort bei Infektionen vergleichen (UF2, E2).	Wie kommt es zur Überreaktion des Immunsystems auf an sich „harmlose“ Stoffe? Rückgriff auf Vorwissen bzw. Betroffenheit bei SuS z.B. durch Klassenumfrage oder Statistik zur Zahl der Allergiker in Deutschland [11]  <a href="#">Klärung der Entstehung von Allergien des Typ 1 mit Abbildungen im Schulbuch oder eines Kurzfilms „Abwehr auf Abwegen“ [12]</a> <a href="#">Zeitungsartikel „Ist zu viel Hygiene schuld an Allergien?“ [13,14]</a>  <a href="#">Behandlung von Allergien (Vermeidung, Medikamente, Hyposensibilisierung)</a>  Abgrenzung Allergien/Intoleranzen Autoimmunerkrankungen wie Morbus Crohn, Diabetes Typ I, Multiple Sklerose  <i>Kernaussage:  Bei Allergien lösen an sich harmlose Stoffe (Allergene) eine nicht notwendige bzw. übermäßige Immunreaktion aus. Als eine mögliche Ursache für die fehlerhafte Reaktion gilt eine übermäßige Hygiene, die zu einer Unterforderung des Immunsystems in der Kindheit führt.</i>
<b>Wie kann man sich vor Infektionskrankheiten schützen?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hygiene</li> </ul> Impfungen <p style="text-align: right;">4 Ustd.</p>	Experimente zur Wirkung von hygienischen Maßnahmen auf das Wachstum von Mikroorganismen auswerten (E1, E5).	Wie kann man sich am einfachsten vor Erkrankungen schützen? Rückgriff auf den Unterrichtsschritt „Bakterien sind überall“  SuS äußern Hypothesen, warum sich die Bakterienzahlen bei den verschiedenen Gegenständen so unterscheiden.  Planung, <a href="#">Durchführung [15]</a> und Auswertung von Abklatschversuchen zur Wirkung hygienischer Maßnahmen [16] <a href="#">Stärkung des Immunsystems durch gesunde Lebensweise z.B. Rolle der Vitamine</a>  Vergleich der Vorgehensweise von EDWARD JENNER (aktive Immunisierung) und EMIL VON BEHRING (passive Immunisierung) bei der Entwicklung von

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen /Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte</i>
	<p>das experimentelle Vorgehen bei historischen Versuchen zur Bekämpfung von Infektionskrankheiten erläutern und die Ergebnisse interpretieren (E1, E3, E5, E7).</p> <p>den Unterschied zwischen passiver und aktiver Immunisierung erklären (UF3).</p> <p>Positionen zum Thema Impfung auch im Internet recherchieren, auswerten, Strategien und Absichten erkennen und unter Berücksichtigung der Empfehlungen der Ständigen Impfkommission kritisch reflektieren (B1, B2, B3, B4, K2, K4).</p>	<p>Impfungen unter Berücksichtigung der Schritte der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung [17] Mithilfe von Abbildungen werden beide Verfahren in Partnerarbeit erläutert</p> <p>Beschreibung eines beliebigen Impfpasses, im Internet wird dieser Impfpass verglichen mit den Impfeempfehlungen der STIKO verglichen [18]</p> <p>Masern – nur geimpft in den Kindergarten? Internetrecherche mit vorgegebenen Links zum Thema Impfpflicht und Besprechung der Positionen [19]</p> <p><a href="#">Durchführung einer „Talkshow“ [20]</a></p> <p><i>Kernaussage: Bakterielle und virale Infektionskrankheiten lassen sich vor allem durch Anwendung angemessener hygienischer Grundregeln verhindern. Darüber hinaus können Impfungen den Ausbruch und die Verbreitung von bakteriellen und viralen Infektionserkrankungen verhindern. Die STIKO überarbeitet regelmäßig unter Abwägung von persönlichem und gesellschaftlichem Risiko und Nutzen ihre Impfeempfehlungen.</i></p>

#### Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<p><a href="https://www.dfg.de/download/pdf/dfg_magazin/talks_vor- traege_ausstellungen/ausstellungen/menschmikrobe/app/info-flyer_fuer_lehrer.pdf">https://www.dfg.de/download/pdf/dfg_magazin/talks_vor- traege_ausstellungen/ausstellungen/menschmikrobe/app/info-flyer_fuer_lehrer.pdf</a></p> <p><a href="https://e-bug.eu">https://e-bug.eu</a></p>	<p>Die App „Mensch und Mikrobe“ entwickelt vom Robert-Koch-Institut bietet eine Fülle von Informationen zu Infektionskrankheiten. Der angegebenen Flyer informiert über den Inhalt und enthält den Download-Link. Die App setzt den Einsatz von Tablets voraus.</p> <p>Noch umfassender ist das Unterrichtspaket zum Thema Mikroben, Antibiotika und Immunität von Public Health England, eine Agentur des britischen Ministeriums für Gesundheit und Soziales, das Arbeitsblätter, Spiele, Animationen für weiterführende Schulen beinhaltet. Die Seiten werden in jede Sprache übersetzt.</p>

2	<a href="https://www.apotheken-umschau.de/Infektion/Der-Unterschied-zwischen-Bakterien-und-Viren-209555.html">https://www.apotheken-umschau.de/Infektion/Der-Unterschied-zwischen-Bakterien-und-Viren-209555.html</a>	Der Artikel benennt die wesentlichen Unterschiede und strukturiert die Tabelle vor.
3	<a href="https://www1.wdr.de/mediathek/video-warum-braucht-der-mensch-bakterien--100.html">https://www1.wdr.de/mediathek/video-warum-braucht-der-mensch-bakterien--100.html</a>	Der Film beschreibt die Bedeutung der Bakterien für den Menschen. Er dauert 3:46 Min.
4	<a href="http://www.globalab.de/mikrobiologie.html">http://www.globalab.de/mikrobiologie.html</a>	Zeigt eine Bildserie, Fleming-Platte, Gewinnung von Reinkulturen, Hemmhoftests
5	<a href="https://www.br.de/fernsehen/ard-alpha/sendungen/schulfernsehen/meilensteine-penicillin100.html">https://www.br.de/fernsehen/ard-alpha/sendungen/schulfernsehen/meilensteine-penicillin100.html</a>	Der Film aus der Reihe „Meilensteine der Naturwissenschaften“ und Technik zeigt den Weg von der zufälligen Entdeckung bis hin zur großtechnischen Herstellung des Medikaments sowie die Bedeutung dieser Entwicklung und würdigt dabei die Arbeiten von Alexander Fleming, Howard Florey sowie Ernst Chain. Er dauert 15 Minuten.
6	<a href="https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/181012_uba_hg_antibiotika_bf.pdf">https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/181012_uba_hg_antibiotika_bf.pdf</a>	Die Publikation des Umweltbundesamts informiert sehr umfassend über Antibiotika und Antibiotikaresistenzen in der Umwelt. Für den Unterricht eignen sich die Grafiken aus S. 6 und 10.
7	<a href="https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/biologie-abitur/artikel/beweis-des-zufallscharakters-von-genmutationen">https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/biologie-abitur/artikel/beweis-des-zufallscharakters-von-genmutationen</a>	Die Abbildung reduziert das Experiment auf die wesentlichen Elemente und kann daher auch schon in der Sekundarstufe I eingesetzt. Es empfiehlt sich, die Präadaptation nicht zu thematisieren.
8	<a href="https://de.statista.com/statistik/daten/studie/201017/umfrage/anzahl-von-bakterien-auf-alltaeglichen-gegenstaenden/">https://de.statista.com/statistik/daten/studie/201017/umfrage/anzahl-von-bakterien-auf-alltaeglichen-gegenstaenden/</a>	Kurze Übersicht über Bakterienzahlen auf diversen Alltagsgegenständen, zur Veranschaulichung sollte man einen Quadratzentimeter zeichnen lassen.
9	<a href="https://www.juergenfrey.de/project/immun-im-cartoon-dsai-fassung/">https://www.juergenfrey.de/project/immun-im-cartoon-dsai-fassung/</a> <a href="https://www.planet-schule.de/sf/multimedia-interaktive-animationen-detail.php?projekt=abwehr_entzuendung">https://www.planet-schule.de/sf/multimedia-interaktive-animationen-detail.php?projekt=abwehr_entzuendung</a> <a href="https://www.bzga.de/infomaterialien/unterrichtsmaterialien/nach-themen-sortiert/">https://www.bzga.de/infomaterialien/unterrichtsmaterialien/nach-themen-sortiert/</a> <a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/front_content.php?idart=12718">https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/front_content.php?idart=12718</a> → siehe „Jg. 10“	Der Film „Immun im Cartoon“ zeigt das Zusammenspiel von unspezifischer und spezifischer Immunabwehr. Er dauert 28 Minuten und wurde von der dsai (Deutsche Selbsthilfe Angeborene Immundefekte) produziert. Kürzere ähnliche Animationen finden sich auch auf Planet Wissen.  Interessante Unterrichtsbausteine finden sich in der Broschüre „Infektionskrankheiten vorbeugen - Schutz durch Hygiene und Impfung der Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung.  Lernaufgabe zur Erarbeitung des spezifischen Immunsystems, Erstellung eines Schaubildes unter Verwendung von Comic-Darstellungen
10	<a href="http://barfi.ch/News-Basel/Das-dritte-Herz-Karl-Thommen-aus-Hoelstein-hat-ueberlebt-dank-erneuter-Transplantation">http://barfi.ch/News-Basel/Das-dritte-Herz-Karl-Thommen-aus-Hoelstein-hat-ueberlebt-dank-erneuter-Transplantation</a>	Das Foto kurz vor Ende des Artikels zeigt die tägliche Tablettenration eines Organtransplantierten.



11	<a href="https://de.statista.com/statistik/daten/studie/227049/umfrage/allergikeranteil-in-deutschland-nach-allergieform/">https://de.statista.com/statistik/daten/studie/227049/umfrage/allergikeranteil-in-deutschland-nach-allergieform/</a>	Die Grafik zeigt die Anteil der Allergiker in Deutschland aus dem Jahre 2011.
12	<a href="https://www.planet-schule.de/tatort-mensch/deutsch/sendungen/folge6.html">https://www.planet-schule.de/tatort-mensch/deutsch/sendungen/folge6.html</a>	Der Film zeigt die Entstehung einer Allergie des Typs Sofortreaktion. Er dauert 1:56 Minuten.
13	<a href="https://www.spektrum.de/news/ist-zu-viel-hygiene-schuld-an-allergien/1389433">https://www.spektrum.de/news/ist-zu-viel-hygiene-schuld-an-allergien/1389433</a>	Im Artikel werden sowohl Pro- als auch Contra-Argumente für die Hygiene-Hypothese benannt.
14	<a href="https://www.rki.de/DE/Content/Kommissionen/UmweltKommission/Stellungnahmen_Berichte/Downloads/stellungnahme_hygienehypothese.html">https://www.rki.de/DE/Content/Kommissionen/UmweltKommission/Stellungnahmen_Berichte/Downloads/stellungnahme_hygienehypothese.html</a>	Zusammenfassung der „Hygiene-Hypothese“, eher für Lehrkräfte
15	<a href="https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/1994/1994_09_09-Sicherheit-im-Unterricht.pdf">https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/1994/1994_09_09-Sicherheit-im-Unterricht.pdf</a> <a href="https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matna-tech/bio/gym/bp2016/fb8/6_immun/2_bakterien/7_mat7/">https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matna-tech/bio/gym/bp2016/fb8/6_immun/2_bakterien/7_mat7/</a>	In der RISU werden auf S. 107 und 199 die einzuhaltenden Sicherheitsvorschriften bei Abklatschversuchen beschrieben. Hier findet man Arbeitsblätter zum Nachweis von Mikroorganismen. Die beschriebenen Versuche lassen sich vielfältig variieren. Im Internet lassen sich Petrischalen mit unterschiedlichen Nährböden bestellen, sodass man das zeitaufwändige Gießen der Nährböden umgehen kann.
16	<a href="https://www.ludwig-fresenius.de/aktuelles/detail/artikel/hygiene-check-im-alltag/#&amp;gid=1&amp;pid=1">https://www.ludwig-fresenius.de/aktuelles/detail/artikel/hygiene-check-im-alltag/#&amp;gid=1&amp;pid=1</a>	Das Bild zeigt eine Petrischale mit Abdrücken von Fingern bei Anwendung verschiedener Hygienemaßnahmen.
17	<a href="https://www.br.de/fernsehen/ard-alpha/sendungen/schulfernsehen/meilensteine-impfung102.html">https://www.br.de/fernsehen/ard-alpha/sendungen/schulfernsehen/meilensteine-impfung102.html</a> <a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/front_content.php?idart=12718">https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/front_content.php?idart=12718</a> → siehe „Jg.10“	Im Film „Meilensteine der Naturwissenschaften“ wird die Entwicklung des Impfstoffs gegen Pocken und Diphtherie vorgestellt. Er dauert 15:06 Min.  Lernaufgabe zu Meilensteinen der Medizin (JENNER und VON BEHRING) unter besonderer Berücksichtigung der naturwissenschaftlichen Arbeitsweise
18	<a href="https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Archiv/2019/Ausgaben/34_19.pdf?__blob=publicationFile">https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Archiv/2019/Ausgaben/34_19.pdf?__blob=publicationFile</a>	Auf S. 316 finden sich die aktuellen Empfehlungen der Ständigen Impfkommission des Robert-Koch-Instituts. Die Kommission gehört zum Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Gesundheit.
19	<a href="https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Impfen/Materialien/Poster/Poster_Impfeinwaende.pdf?__blob=publicationFile">https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Impfen/Materialien/Poster/Poster_Impfeinwaende.pdf?__blob=publicationFile</a> <a href="https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Impfen/Bedeutung/Schutzimpfungen_20_Einwaende.html#doc2378400bodyText16">https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Impfen/Bedeutung/Schutzimpfungen_20_Einwaende.html#doc2378400bodyText16</a>	Beide Materialien stammen vom Robert-Koch-Institut und gehen in unterschiedlicher fachlicher Tiefe auf Einwände von Impfgegnern ein.

20	<a href="https://static.bildung-rp.de/pl-materialien/RP-07955962_Immun-system_des_Koerpers.pdf">https://static.bildung-rp.de/pl-materialien/RP-07955962_Immun-system_des_Koerpers.pdf</a>	Erreger kennen (k)eine Grenze, es handelt sich hier um eine vollständige Unterrichtseinheit für den Differenzierungsunterricht Biologie/Geographie. Auf S. 41 finden sich die Links für mögliche Rollen.
----	---	--

Letzter Zugriff auf die URL: 13.12.2019

## Jahrgangsstufe 10: UV 10.4 Die Erbinformation - eine Bauanleitung für Lebewesen

(ca. 10 Ustd., in blau: fakultative Aspekte bei höherem Stundenkontingent)

### Inhaltsfeldbeschreibung (Auszug)

Das Verständnis grundlegender Mechanismen der Vererbung [...] bei der Vermehrung von Zellen steht im Zentrum dieses Inhaltsfeldes. Die komplexen Vorgänge bei der Merkmalsausbildung werden vereinfacht und modellhaft dargestellt.

Erweiterung des Kompetenzbereichs Kommunikation	Experimente / Untersuchungen / Arbeit mit Modellen	
K1 Dokumentation: Die Schülerinnen und Schüler können Arbeitsprozesse und Ergebnisse in strukturierter Form mithilfe analoger und digitaler Medien nachvollziehbar dokumentieren und dabei Bildungs- und Fachsprache sowie fachtypische Darstellungsformen verwenden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellentwicklung zur Vorhersage des Ablaufs der Mitose</li> <li>• Analyse eines Karyogramms</li> </ul>	
Beiträge zu den Basiskonzepten		
<b>System:</b> Zusammenwirken der Systemebenen bei der Merkmalsausprägung	<b>Struktur und Funktion:</b> Schlüssel-Schloss-Modell bei Proteinen, Transport- und Arbeitsform von Chromosomen	<b>Entwicklung:</b> Wachstum durch Teilung und Größenzunahme von Zellen

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i> inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Schülerinnen und Schüler können...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen <i>Kernaussagen /Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte</i>
<b><i>Woraus besteht die Erbinformation und wie entstehen Merkmale?</i></b>  DNA  • Proteinbiosynthese		Problematisierung: Babys im Krankenhaus vertauscht? Aufklärung durch Blutgruppenanalyse  <i>(didaktische Reduktion: Einfacher Fall, der noch nicht die Schwierigkeiten der Blutgruppenvererbung aufgreift, z.B. Paar 1: Mutter A/ Vater A, Paar 2: Mutter B/ Vater B; Babys: A und B)</i>  Informativer Input zu den Blutgruppen: Die Antigene A und B sind unterschiedliche Glykolipide, die durch spezifische Enzyme (Schlüssel-

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen /Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte</i>
<p style="text-align: center;">ca. 4 Ustd.</p>	<p>das grundlegende Prinzip der Proteinbiosynthese beschreiben und die Bedeutung von Proteinen bei der Merkmalsausprägung anhand ihrer funktionellen Vielfalt herstellen (UF1, E6).</p>	<p>Schloss-Modell) hergestellt und auf der Oberfläche der roten Blutkörperchen platziert werden.</p> <p>Erhebung von Schülervorstellungen zur Vererbung: „Was wird eigentlich vererbt?“ (<i>meist fehlerhaft: Merkmalsvererbung: „das Baby bekommt das spezifische Enzym A von der Mutter und vom Vater“, „in der DNA ist das Enzym A“</i>)</p> <p>Erarbeitung der DNA als stoffliche Gestalt der Erbinformation: modellhafte Veranschaulichung der vier Nukleotide und räumliche Struktur</p> <p><b>Schülerversuch: Extraktion der DNA aus z. B. Tomaten</b></p> <p>Problematisierung: Wie entstehen genetisch bedingte Merkmale?</p> <p>Erarbeitung der Proteinbiosynthese auf einfacher, modellhafter Ebene. Erst in der SII wird der Vorgang detaillierter behandelt. [1]</p> <p>Ausgehend von der (vereinfachten) Erkenntnis, dass das Produkt der Genexpression immer ein Protein ist, erfolgt ein Überblick über die Funktionen von Proteinen im Organismus. [2]</p> <p>Rückbezug auf den Einstieg: Was wird also im Blutgruppen-Beispiel vererbt?</p> <p><i>Die Alltagsvorstellung „Die DNA enthält Merkmale, die vererbt werden.“ wird durch die Erarbeitung der grundlegenden stofflichen Gestalt der DNA kontrastiert.</i></p> <p><i>Kernaussage: Die DNA ist ein chemischer Stoff, der die Erbinformation (Gene) in codierter Form (vier Bausteine) enthält. Im Verlauf der Proteinbiosynthese werden diese Informationen wird diese Information decodiert und in Proteine übersetzt. Sie sind aufgrund ihrer vielseitigen Funktionen die Grundlage der erblich bedingten Merkmale.</i></p>
<p><b>Wo befindet sich die DNA in der Zelle und wie ist sie organisiert?</b></p> <p>Chromosomen</p> <p>- Doppel-Chromosom</p>	<p>Karyogramme des Menschen sachgerecht analysieren sowie Abweichungen vom Chromosomensatz im Karyogramm ermitteln (E5, UF1, UF2).</p>	<p>Problematisierung: Klonierungsexperiment (GURDON) beweist die genetische Übereinstimmung des Erbmaterials in allen Körperzellen eines Organismus und die Lokalisation der Erbinformation im Zellkern.</p> <p>→ Arbeitsplan:</p> <p>1) Organisationsform der Erbinformation in eukaryotischen Zellen</p>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen /Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte</i>
<p>- Einzel-Chromosom</p> <p>artspezifischer Chromosomensatz des Menschen</p> <p>- Autosomen</p> <p>- Gonosomen</p> <p>Karyogramm</p> <p style="text-align: right;">ca. 3 Ustd.</p>		<p>2) Betrachtung des artspezifischen Chromosomensatzes</p> <p>3) Erläuterung des grundlegenden Mechanismus der Weitergabe von Erbinformation bei der Zellvermehrung</p> <p>Zu 1) Mikroskopisches Bild eines wachsenden Gewebes: Unterscheidung von Chromatin im Zellkern und x-förmigen Chromosomen in der Zelle als zwei verschiedene Zustandsformen von DNA. Verwendung eines einfachen Anschauungsmodells, Fokus: „Verpackungskunst und Dimensionen“</p> <p>Zu 2) Artspezifischer Chromosomensatz des Menschen: Legen eines Karyogramms (<i>Betrachtung der Zahlen von Chromosomensätzen anderer Lebewesen, Geradzahligkeit, Anzahl unabhängig von Entwicklungsstufe</i>)</p> <p>Einführung und Erläuterung wesentlicher Fachbegriffe (Autosomen, Gonosomen, homologe Chromosomen)</p> <p>Analyse der homologen Chromosomenpaare hinsichtlich ihrer Gemeinsamkeiten und Unterschiede:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- gleiche Genorte, aber u.U. verschiedene Allele</li> <li>- die beiden Chromatiden eines Chromosoms sind genetisch identisch → Benennung: Doppel-Chromosom und Einzel-Chromosom (anstelle der Termini „Ein-Chromatid-Chromosom“ und „Zwei-Chromatiden-Chromosom“) [3]</li> <li>- Veranschaulichung durch ein Chromosomenmodell, welches Genorte und ihre Allele bei homologen Doppel-Chromosomen darstellt [4]</li> </ul> <p><i>Die Alltagsvorstellung „Chromosomen sind Gene“ wird durch die Anknüpfung „Chromosomen enthalten Gene“ revidiert.</i></p> <p><i>Kernaussage: Im Zellkern befindet sich das Chromatin. Bei maximaler Kondensation werden in Körperzellen 46 Doppel-Chromosomen sichtbar. Jeweils</i></p>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen /Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte</i>
		<i>zwei Doppel-Chromosomen sind homolog, d.h. gleich im Erscheinungsbild, aber nicht genetisch identisch. Die beiden Einzel-Chromosomen eines Doppel-Chromosoms sind hingegen genetisch identisch.</i>
<p><b>Welcher grundlegende Mechanismus führt zur Bildung von Tochterzellen, die bezüglich ihres genetischen Materials identisch sind?</b></p> <p>Mitose und Zellteilung</p> <p>Zellzyklus</p> <p>ca. 3 Ustd.</p>	<p>mithilfe von Chromosomenmodellen eine Vorhersage über den grundlegenden Ablauf der Mitose treffen (E3, E6).</p> <p>den Zellzyklus auf der Ebene der Chromosomen vereinfacht beschreiben und seine Bedeutung für den vielzelligen Organismus erläutern (UF1, UF4).</p>	<p>Zu 3) Grundlegender Mechanismus der Vermehrung genetisch identischer Zellen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verwendung der bekannten Modelle (zwei homologe Paare von Doppel-Chromosomen) zur Vorhersage des grundlegenden Mechanismus [4]</li> <li>- Überprüfung der Vorhersage durch mikroskopische Aufnahmen bzw. Filmmaterial</li> </ul> <p>Erarbeitung des Zellzyklus auf der Ebene der Chromosomen (z.B. Transport und Arbeitsform)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Klärung des Begriffs „Arbeitsform“ unter Rückbezug auf die Proteinbiosynthese</li> <li>- Bewusstmachung, dass die im Lichtmikroskop sichtbaren, x-förmigen Strukturen der Chromosomen zeitlich <b>und auf noch teilungsfähige Zellen</b> begrenzt sind.</li> </ul> <p><i>Die Alltagsvorstellungen „Chromosomen werden zu Beginn der Zellteilung gebildet“ bzw. „Chromosomen sind x-förmige Strukturen“ werden durch die Betrachtung der Zustandsformen revidiert.</i></p> <p><i>Kernaussage: Der Zellteilung geht eine Verdopplung der Einzel-Chromosomen voraus, da nur auf diese Weise die gesamte Erbinformation bei der Zellvermehrung konserviert werden kann.</i></p>

**Weiterführende Materialien:**

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

1	<a href="http://www.isb.bayern.de/schulartspezifisches/materialien/genetik-und-gentechnik-jgst-9-materialien-biologie/">http://www.isb.bayern.de/schulartspezifisches/materialien/genetik-und-gentechnik-jgst-9-materialien-biologie/</a>	Online-Handreichung des ISB, Baustein „Vom Gen zum Merkmal“ (S.31-33). Die Schülerinnen und Schüler beschreiben die schrittweise Umsetzung der genetischen Information anhand eines einfachen Denkmodells. Sie üben sich in der analogen Darstellung von Sachverhalten.
2	<a href="http://www.isb.bayern.de/schulartspezifisches/materialien/genetik-und-gentechnik-jgst-9-materialien-biologie/">http://www.isb.bayern.de/schulartspezifisches/materialien/genetik-und-gentechnik-jgst-9-materialien-biologie/</a>	Online-Handreichung des ISB, Baustein „Rolle der Proteine bei der Merkmalsausbildung“ (S. 9-17). Die Schülerinnen und Schüler verschaffen sich einen Überblick über die vielfältigen Bedeutungen der Proteine für den Organismus, indem sie eine Mind Map erstellen.
3	<a href="http://www.fachdidaktikbiologie.uni-koeln.de/sites/fachdid_bio_gym/Forum_Fachdidaktik_Biologie/Forum_2012/Genetik_Fachsprache_Koeln.pdf">http://www.fachdidaktikbiologie.uni-koeln.de/sites/fachdid_bio_gym/Forum_Fachdidaktik_Biologie/Forum_2012/Genetik_Fachsprache_Koeln.pdf</a>	Ulrich Kattmann: Genetikunterricht mit angemessener Fachsprache, Universität Köln, 6. Dezember 2012; Foliensatz mit wesentlichen Hinweisen zu Alltagsvorstellungen bezüglich der Vererbung und Vorschlägen zur Revidierung dieser Vorstellungen durch die Verwendung eindeutiger Fachbegriffe
4	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/front_content.php?idart=12718">https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/front_content.php?idart=12718</a> → siehe „Jg. 10“	Arbeitsblatt bzw. für den Kompetenzerwerb geeignete Modellvorlage zum Ausschneiden; Visualisierung der gleichen Genorte, aber unterschiedlichen allelen Gene bei homologen Chromosomen sowie der genetisch identischen Einzel-Chromosomen eines Doppel-Chromosoms

Letzter Zugriff auf die URL: 11.11.2019

## Jahrgangsstufe 10: UV 10.5 Gesetzmäßigkeiten der Vererbung

(ca. 12 Ustd., in blau: fakultative Aspekte bei höherem Stundenkontingent)

### Inhaltsfeldbeschreibung (Auszug)

Das Verständnis grundlegender Mechanismen der Vererbung bei der sexuellen Fortpflanzung [...] steht im Zentrum dieses Inhaltsfeldes. Im Bereich Human-genetik werden erblich bedingte Erkrankungen, die Auswirkungen einer Fehlverteilung von Chromosomen sowie die Möglichkeiten und Grenzen der pränata-len Diagnostik mit altersangemessenem Lebensweltbezug thematisiert. Durch die Erarbeitung von Gesetzmäßigkeiten der Vererbung wird deutlich, dass Erbanlagen in mehreren Varianten auftreten und dass die Kombination von Allelen für die Ausprägung von Merkmalen ausschlaggebend sein kann. Sie finden Anwendung in der Analyse von Stammbäumen aus dem Bereich der Humangenetik.

Erweiterung des Kompetenzbereichs Kommunikation	Experimente / Untersuchungen / Arbeit mit Modellen
<p><b>K2 Informationsverarbeitung:</b> Die SuS können selbstständig Informationen und Daten aus analo-gen und digitalen Medienangeboten filtern, sie in Bezug auf ihre Re-levanz, ihre Qualität, ihren Nutzen und ihre Intention analysieren, sie aufbereiten und deren Quellen korrekt belegen.</p> <p><b>K4 Argumentation:</b> Die SuS können auf der Grundlage biologischer Erkenntnisse und naturwissenschaftlicher Denkweisen faktenbasiert, rational und schlüssig argumentieren sowie zu Beiträgen anderer respektvolle, konstruktiv-kritische Rückmeldungen geben.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellhafte Darstellung von Rekombinationswahrscheinlichkeiten von Allelen</li> <li>• Stammbaumanalyse</li> <li>• Arbeit mit einem Karyogramm</li> </ul>

### Beiträge zu den Basiskonzepten

System:	Struktur und Funktion:	Entwicklung:
Zusammenwirken der Systemebenen bei der Merkmalsausprägung	Schlüssel-Schloss-Modell bei Proteinen, Transport- und Arbeitsform von Chromoso-men	Wachstum durch Teilung und Größenzunahme von Zellen, Neukombination von Erbanlagen durch sexuelle Fortpflan-zung, Keimbahn



<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen / Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte</i>
<p><b>Nach welchem grundlegenden Mechanismus erfolgt die Vererbung bei der sexuellen Fortpflanzung?</b></p> <p>Meiose und Befruchtung</p> <p>ca. 2 Ustd.</p>	<p>das Prinzip der Meiose und die Bedeutung dieses Prozesses für die sexuelle Fortpflanzung und Variabilität erklären (UF1, UF4).</p>	<p>Problematisierung: Videosequenz [1] zur Befruchtung, Fokussierung auf die Verschmelzung der jeweiligen Zellkerne Erzeugung eines kognitiven Konflikts bezüglich der jeweiligen Chromosomenzahl in Ei- und Spermienzelle sowie in der Zygote</p> <p>Betrachtung der Ei- und Spermienreifung auf chromosomaler Ebene zur Lösung des Konflikts</p> <p>Erarbeitung der Reduktionsteilung unter Verwendung von Modellen (ggf. aus dem vorangegangenen UV, „Pfeifenputzer“),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SuS erkennen die Folgen der Meiose: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Reduktion des Chromosomensatzes</li> <li>○ interchromosomale Rekombination</li> </ul> </li> </ul> <p>Erläuterung der zweiten Reifeteilung, Ausbildung der reifen Geschlechtszellen (<a href="#">hierbei auch Rückgriff auf Hormone</a>)</p> <p>Vernetzung durch Vergleich von Meiose und Mitose: Funktion, grundsätzlicher Ablauf und Ergebnisse [2]</p> <p>Diagnose der unterschiedlichen Funktionen von Meiose und Mitose durch Interpretation der Abb. „Zyklus des Lebens“ [3]</p> <p><i>Die Alltagsvorstellung „Alle Zellen eines Menschen enthalten die identische Erbinformation.“ wird durch die unterschiedliche chromosomale Ausstattung und dem unterschiedlichen Ploidiegrad von Keim- und Körperzellen revidiert.</i></p> <p><i>Kernaussage: Dadurch dass die Anzahl der Chromosomen bei der Bildung von Geschlechtszellen halbiert wird, bleibt der artspezifische Chromosomensatz nach der Befruchtung erhalten. Weil die homologen Chromosomen voneinander getrennt werden, enthalten alle haploiden Tochterzellen ein Chromosom von jedem Paar und somit die vollständige genetische Ausstattung.</i></p>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen / Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte</i>
<p><b>Welche Ursache und welche Folgen hat eine abweichende Chromosomenzahl?</b></p> <p>Genommutation Karyogramm Pränataldiagnostik</p> <p>ca. 4 Ustd.</p>	<p>Ursachen und Auswirkungen einer Genommutation am Beispiel der Trisomie 21 beschreiben (UF1, UF2).</p> <p>Karyogramme des Menschen sachgerecht analysieren sowie Abweichungen vom Chromosomensatz im Karyogramm ermitteln (E5, UF1, UF2).</p> <p>Möglichkeiten und Grenzen der Pränataldiagnostik für ausgewählte Methoden benennen und kritisch reflektieren (B1, B2, B3, B4).</p>	<p><i>Problematisierung:</i> genetische Beratung bei auffällig verdickter Nackenfalte: Gefahr einer Chromosomenanomalie (Trisomie 21)</p> <p>Erarbeitung des Krankheitsbilds Down-Syndrom:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Informationstexte / Abbildungen z. B. zur Amniozentese, zur Chorionzottenbiopsie und zum Praena-Test</li> <li>- Analyse des Karyogramms</li> </ul> <p>Erklärung der Ursachen einer Chromosomenfehlverteilung (Non-Disjunction in der ersten oder zweiten Reifeteilung der Meiose) und der Folgen (Systemebenenwechsel: mehr Chromosomen ⇒ mehr Gene ⇒ mehr Genprodukte ⇒ mehr Stoffwechselprodukte. Letzteres kann schädigend sein.)</p> <p><i>Die Alltagsvorstellung „Das Down-Syndrom ist eine Erbkrankheit.“ wird durch Perspektivenwechsel korrigiert und konkretisiert.</i></p> <p>Ethische Analyse eines Fallbeispiels: Entscheidung bezüglich der Durchführung weitergehender pränataler Untersuchungen zur sicheren Abklärung des Karyotyps mithilfe der Dilemma- Methode [4]</p> <p><i>Kernaussage:</i> <i>Chromosomenfehlverteilungen können in der Meiose entstehen. Die resultierenden Symptome betreffen die körperliche und geistige Entwicklung der Kinder. Methoden der Pränataldiagnostik liefern mittlerweile aussagekräftige Informationen, bergen aber auch vielfältige Risiken. Eine Auseinandersetzung mit ethischen Fragen und daraus resultierenden Handlungsoptionen ist daher unumgänglich.</i></p>

<p><b>Welche Vererbungsregeln lassen sich aus den Erkenntnissen zur sexuellen Fortpflanzung ableiten?</b></p> <p>Gen- und Allelbegriff</p> <p>Familienstammbäume</p> <p>ca. 6 Ustd.</p>	<p>die Rekombinationswahrscheinlichkeiten von Allelen modellhaft darstellen (E6, K1).</p> <p>Gesetzmäßigkeiten der Vererbung auf einfache Beispiele anwenden (UF2).</p> <p>Familienstammbäume mit eindeutigem Erbgang analysieren (UF2, UF4, E5, K1).</p>	<p>Problematisierung: 2. Fall in der genetischen Beratungsstelle: Babytausch II - alles etwas komplizierter!</p> <p>Fallanalyse: Beide Väter haben Blutgruppe A, beide Mütter B, ein Kind 0, das andere Kind AB</p> <p>Erarbeitung der Gesetzmäßigkeiten der Vererbung und ihrer Darstellung im Kombinationsquadrat am Beispiel der Blutgruppen, Einführung relevanter Fachbegriffe (z.B. dominant/rezessiv, Phänotyp/ Genotyp).</p> <p>Modell und Realität: Buchstaben für Allele mit Genorten auf Chromosomen in Beziehung setzen.</p> <p><b>Historischer Kontext: GREGOR MENDEL und sein Werk [5]</b></p> <p>Einführung in die Stammbaumanalyse über die genetisch bedingte Erkrankung „Mukoviszidose“, Bearbeitung einer mehrstufigen, kooperativen Lernaufgabe [6]</p> <p>Vernetzung der Konzepte zur Vererbung und Merkmalsentstehung durch umfassende Kontrastierung der Unterschiede und Gemeinsamkeiten der drei Beratungsfälle.</p> <p><i>Alltagsvorstellungen zur „Weitergabe von Merkmalen“ können durch die Auseinandersetzung mit den Gesetzmäßigkeiten der Vererbung unter Berücksichtigung der Systemebenen bei der Merkmalsentstehung nachhaltig kontrastiert werden.</i></p> <p><i>Kernaussage:</i>  <i>Die Gesetzmäßigkeiten der Vererbung lassen sich mit der interchromosomalen Rekombination in der Meiose erklären.</i>  <i>Sie ermöglichen Voraussagen darüber, wie wahrscheinlich das Auftreten eines bestimmten Phänotyps in der nächsten Generation ist. Familienstammbäume können zudem Aufschluss über den Modus der Vererbung geben.</i></p>
---	---	--

**Weiterführende Materialien:**

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=1jS_6EX9yBM">https://www.youtube.com/watch?v=1jS_6EX9yBM</a>	360°-Video, auch nutzbar mit VR-Brille. Sehr anschauliche Animation des WDR, die zur Wiederholung wesentlicher Vorkenntnisse dient, ohne bereits zu viel vorwegzunehmen.
2	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/front_content.php?idart=12718">https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/front_content.php?idart=12718</a> → siehe „Jg. 10“	Chromosomen `mal lang, `mal kurz - Zustandsformen von Chromosomen; Anleitung zum Bau eines Modells, Bezug zu Mitose, Replikation und Meiose

3	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/front_content.php?idart=12718">https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/front_content.php?idart=12718</a> → siehe „Jg. 10“	Abbildung, geeignet zur Diagnose der Zusammenhänge von Mitose und Meiose: Der Zyklus des Lebens
4	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/front_content.php?idart=12718">https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/front_content.php?idart=12718</a> → siehe „Jg. 10“	Umfassende Lernaufgabe mit Erwartungshorizont: Pränataldiagnostik bei Verdacht auf Trisomie 21 - ein ethisches Dilemma
5	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/cms/inkluser-fachunterricht/zu-den-naturwissenschaftlichen-fachern/zum-fach-biologie/klasse-9-10-gene-und-vererbung/index.html">https://www.schulentwicklung.nrw.de/cms/inkluser-fachunterricht/zu-den-naturwissenschaftlichen-fachern/zum-fach-biologie/klasse-9-10-gene-und-vererbung/index.html</a>	Materialpakete (stark differenziert mit ausführlichen didaktischen Kommentaren) zur Vorgehensweise und den ersten beiden Regeln Mendels
6	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/front_content.php?idart=12718">https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/front_content.php?idart=12718</a> → siehe „Jg.10“	Lernaufgabe mit Erwartungshorizont zur Stammbaumanalyse in der Humangenetik

Letzter Zugriff auf die URL: 14.01.2020

## Jahrgangsstufe 10

### UV 9.4 „Mechanismen der Evolution“

(ca. 8 Ustd., [in blau: fakultative Aspekte bei höherem Stundenkontingent](#))

#### Inhaltsfeldbeschreibung

Im Fokus steht die Evolutionstheorie als naturwissenschaftliche Erklärungsgrundlage für die Entstehung der vielfältigen Anpassungen von Lebewesen. Aufbauend auf den Kenntnissen über Zuchtwahl wird das Zusammenwirken von Variabilität und Selektion als eine wesentliche Ursache für [...] gegenwärtige(n) Veränderungen von Lebewesen deutlich. Anpassungen werden als Zwischenergebnisse eines nicht zielgerichteten [...] Prozesses verständlich [...]. Der biologische Artbegriff ist dabei die Grundlage der systematischen Kategoriebildung.

#### Erweiterung des Kompetenzbereichs Kommunikation

**K4 (Argumentation):**  
Die Schülerinnen und Schüler können auf der Grundlage biologischer Erkenntnisse und naturwissenschaftlicher Denkweisen faktenbasiert, rational und schlüssig argumentieren sowie zu Beiträgen anderer respektvolle, konstruktiv-kritische Rückmeldungen geben.

#### Experimente / Untersuchungen / Arbeit mit Modellen

- Simulationsspiel zur Selektion

#### Beiträge zu den Basiskonzepten

<b>System:</b> Systemebenen Organismus – Population – Art	<b>Struktur und Funktion:</b> Anpassungen und abgestufte Ähnlichkeit als Folge von Evolutionsprozessen	<b>Entwicklung:</b> Variabilität als Voraussetzung für Selektion und Evolution
--	---	---

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i> inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Schülerinnen und Schüler können...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen <i>Kernaussagen /Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte</i>
<p><b>Wie lassen sich die Anpassungen von Arten an die Umwelt erklären?</b></p> <p>Variabilität biologischer Artbegriff, Natürliche Selektion</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CHARLES DARWIN</li> <li>• künstliche Selektion</li> </ul> <p>Fortpflanzungserfolg</p>	<p>den biologischen Artbegriff anwenden (UF2).</p>	<p>Im Idealfall hat man aus dem vorangegangenen Unterrichtsvorhaben die Schülerinnen und Schüler leere Gehäuse der Hainschnirkelschnecken von unterschiedlichen Standorten sammeln lassen und/oder einen gewissen Vorrat in der Sammlung hinterlegt. alternativ eignet sich auch ein Foto [1] Einführung des Begriffs Variabilität anhand der Beschreibung der Sammlung/des Bildes, Transfer auf andere Arten z.B. Mensch - Hautfarbe, Körpergröße; Katzen - Fellfarbe, Vögel - Fiederfärbung usw. Einführung des biologischen Artbegriffs und Anwendung auf einige Beispiele Rückführung der Variabilität auf Vererbung anhand von Schülervorwissen oder durch Lehrervortrag <a href="#">Auswertung einer Tabelle zum Zusammenhang Körpergröße Eltern/Kinder (F. GALTON) [2]</a></p>

<p>ca. 8 Ustd.</p>	<p>Angepasstheit vor dem Hintergrund der Selektionstheorie und der Vererbung von Merkmalen erklären (UF2, UF4).</p> <p>die wesentlichen Gedanken der Darwin'schen Evolutionstheorie zusammenfassend darstellen (UF1, UF2, UF3).</p> <p>Artenwandel durch natürliche Selektion mit Artenwandel durch Züchtung vergleichen (UF3).</p> <p>die Eignung von Züchtung als Analogmodell für den Artenwandel durch natürliche Selektion beurteilen (E6).</p> <p>den Zusammenhang zwischen der Angepasstheit von Lebewesen an einen Lebensraum und ihrem Fortpflanzungserfolg an einem gegenwärtig beobachtbaren Beispiel erklären (E1, E2, E5, UF2).</p>	<p>Auswertung der Verteilung der Färbung der gesammelten Schneckenhäuser bezogen auf den Standort alternativ: Auswertung einer Tabelle zur prozentualen Verteilung verschiedener Schneckengehäuse an unterschiedlichen Standorten [3]</p> <p>Problematisierung: Wie erklärt sich die unterschiedliche Verteilung der verschiedenen Schneckengehäuse? Simulationsspiel am Tablet oder Whiteboard mit Protokollierung der Ergebnisse [4] <i>Die Alltagsvorstellung „Lebewesen passen sich aktiv an die Umwelt an“ wird kontrastiert.</i></p> <p><a href="#">Auswertung einer Tabelle der prozentualen Verteilung verschiedener Schneckengehäuse an unterschiedlichen Standorten einerseits und andererseits gesammelt um 2009 bzw. vor 2000 und früher [5]</a></p> <p>Erarbeitung der wesentlichen Elemente der Evolutionstheorie von CHARLES DARWIN mittels Text oder Film [6]</p> <p>Abgleich mit den Hypothesen der Schülerinnen und Schüler zur Entstehung der standortbedingten Färbungen der Hainschnirkelschnecke</p> <p>Tabellarischer Vergleich von natürlicher Selektion und künstlicher Selektion am Beispiel der Hainschnirkelschnecke und am in der Progressionsstufe 1 gewählten Nutztier-Beispiel</p> <p>Auswertung von Fotos, Tabellen, Artikeln und Filmen zu gegenwärtig beobachtbarer Evolution; mögliche Beispiele: Birkenspanner, kleiner werdender Kabeljau [7] <i>Die Alltagsvorstellung „Evolution führt zum Fortschritt“ wird kontrastiert.</i></p> <p><a href="#">Internetrecherche zu Londoner U-Bahn-Mücken, bei denen eine Anpassung an unterirdische Bedingungen stattfand, daran Verdeutlichung von Unterschieden zwischen populärwissenschaftlichen Texten und Fachliteratur [8], z.B. hinsichtlich der Literaturangaben, Angabe der Methode u.ä. (MKR 2.3: Informationsbewertung)</a></p> <p><i>Kernaussage: Individuen einer Art unterscheiden sich in der Ausprägung ihrer Merkmale. Viele der Unterschiede lassen sich auf Vererbung zurückführen. Individuen einer Art, die zufällig besser an die Umwelt angepasst sind, haben Selektionsvorteile und einen höheren Fortpflanzungserfolg. Daher verändert sich die Merkmalsverteilung in der Population.</i></p>
--------------------	--	--

		<i>Bei der Züchtung wählt der Mensch die von ihm bevorzugten Varietäten für die Fortpflanzung aus. Die künstliche Selektion führt daher schneller zur Veränderung der Art. Züchtung verdeutlicht somit, dass Artenwandel durch Selektion möglich ist.</i>
--	--	---

**Weiterführende Materialien:**

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0018927">https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0018927</a>	Das Foto zeigt die Vielfalt der Färbung und Bänderung bei Hainschnirkelschnecken.
2	<a href="https://blog.minitab.com/blog/statistics-and-quality-data-analysis/so-why-is-it-called-regression-anyway">https://blog.minitab.com/blog/statistics-and-quality-data-analysis/so-why-is-it-called-regression-anyway</a>	Die Seite zeigt die Entwicklung der Grafik zum Zusammenhang Körpergröße der Kinder und Eltern in einfacher Form.
3	<a href="https://journals.plos.org/plosone/article/figure?id=10.1371/journal.pone.0018927.t003">https://journals.plos.org/plosone/article/figure?id=10.1371/journal.pone.0018927.t003</a>	Die Tabelle informiert über die prozentuale Häufigkeit der Verteilung der gelben Gehäuse mit oder ohne Bänderung. Dabei wird auch die Veränderung der Verteilung über die Zeit hinweg erfasst. Die Auswertung dieser Information ist fakultativ)
4	<a href="http://www.vinckensteiner.com/museum/evolution-in-aktion/tarnung.php">http://www.vinckensteiner.com/museum/evolution-in-aktion/tarnung.php</a>	Das Spiel läuft über drei Generationen mit vier unterschiedlichen Hintergründen. Es sollte möglichst komplett von jedem Schüler durchgespielt werden. Die Ergebnisse pro Hintergrundbild werden festgehalten (Abschreiben der Computerdarstellung), um ein Klassenergebnis zu ermitteln.
5	<a href="https://journals.plos.org/plosone/article/figure?id=10.1371/journal.pone.0018927.t003">https://journals.plos.org/plosone/article/figure?id=10.1371/journal.pone.0018927.t003</a>	Der Vergleich zeigt, dass der Anteil der gelben Färbung in den Dünen zunimmt. Dies lässt sich neben der Tarnung auch mit der höheren Wärmeabstrahlung heller Gehäuse erklären.
6	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=2C5NcHH2rh4">https://www.youtube.com/watch?v=2C5NcHH2rh4</a>	Der Kurzfilm (9:46 min.) informiert anschaulich über die Reise Darwins und die Entwicklung der Evolutionstheorie unter Bezug auf die künstliche Selektion.
7	<a href="http://www.evolution-of-life.com/de/beobachten/video/fiche/the-case-of-the-shrinking-cod.html">http://www.evolution-of-life.com/de/beobachten/video/fiche/the-case-of-the-shrinking-cod.html</a>	Der Film (8 Minuten) zeigt den Fall des schrumpfenden Kabeljaus vor der norwegischen Küste.
8	<a href="https://www.sueddeutsche.de/wissen/evolution-muecken-in-der-u-bahn-1.4202161">https://www.sueddeutsche.de/wissen/evolution-muecken-in-der-u-bahn-1.4202161</a> <a href="https://www.nature.com/articles/6884120">https://www.nature.com/articles/6884120</a>	Ein grober Vergleich zwischen beiden Artikeln ermöglicht das Herausarbeiten von Kennzeichen wissenschaftlicher Arbeiten. Zu den Londoner U-Bahn-Mücken gibt es einen kurzen Artikel in Unterricht Biologie Nr. 401 (2015), S. 23 f. mit einem Arbeitsblatt, das sich auch für die Sek. I eignet.

Letzter Zugriff auf die URL: 14.01.2020

**Jahrgangsstufe 10**  
**UV 9.5 „Der Stammbaum des Lebens“**  
(ca. 6 Ustd., *in blau: fakultative Aspekte bei höherem Stundenkontingent*)

**Inhaltsfeldbeschreibung**

[...] Verwandtschaftsbeziehungen im System der Lebewesen lassen sich durch die abgestufte Ähnlichkeit der Taxa aufzeigen. Angepasstheiten werden als Zwischenergebnisse eines nicht zielgerichteten historischen Prozesses verständlich. [...] Am Beispiel der Landwirbeltiere kann der Zusammenhang zwischen evolutiver Entwicklung im Verlauf der Erdzeitalter und systematischer Einordnung hergestellt werden. Ausgewählte Fossilfunde lassen die Vorläufigkeit der Vorstellungen zur Entwicklung von Lebewesen, [...] nachvollziehbar werden.

**Erweiterung des Kompetenzbereichs Kommunikation**

**Experimente / Untersuchungen / Arbeit mit Modellen**

**K4 (Argumentation):**

Die Schülerinnen und Schüler können auf der Grundlage biologischer Erkenntnisse und naturwissenschaftlicher Denkweisen faktenbasiert, rational und schlüssig argumentieren sowie zu Beiträgen anderer respektvolle, konstruktiv-kritische Rückmeldungen geben.

- Untersuchung von Fossilien (KLP)
- *Vergleich der Gebissformen bei Schädeln verschiedener Säuger*

**Beiträge zu den Basiskonzepten**

<p><b>System:</b> Systemebenen Organismus – Population – Art</p>	<p><b>Struktur und Funktion:</b> Angepasstheiten und abgestufte Ähnlichkeit als Folge von Evolutionsprozessen</p>	<p><b>Entwicklung:</b> Variabilität als Voraussetzung für Selektion und Evolution</p>
--	---	---

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i> inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Schülerinnen und Schüler können...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen <i>Kernaussagen / Alltagsvorstellungen</i> <i>in blau: fakultative Aspekte</i>
<p><b>Wie hat sich das Leben auf der Erde entwickelt?</b> zeitliche Dimension der Erdzeitalter</p> <p>natürliches System der Lebewesen</p>		<p>Einstieg mit einer Kurzbeschreibung von Darwins "Tree of Life" [1] und / oder mit einem Zitat: "The affinities of all the beings of the same class have sometimes been represented by a great tree. I believe this simile largely speaks the truth." (Charles Darwin 1859)</p> <p>Anschauen des Films The Big Family [2] alternativ: The Tree of Life [3]</p> <p><i>Kernaussage:</i> <i>Aus naturwissenschaftlicher Sicht hat sich die heutige Vielzahl der Arten von Tieren und Pflanzen aus einer geringen Zahl von Arten, wahrscheinlich nur einer einzigen, innerhalb eines langen Zeitraums entwickelt. Alle Lebewesen sind daher in unterschiedlichen Graden miteinander verwandt.</i></p>



<p>Evolution der Landwirbeltiere</p>	<p>den möglichen Zusammenhang zwischen abgestufter Ähnlichkeit von Lebewesen und ihrer Verwandtschaft erklären (UF3, UF4).</p> <p>anhand von anatomischen Merkmalen Hypothesen zur stammesgeschichtlichen Verwandtschaft ausgewählter Wirbeltiere rekonstruieren und begründen (E2, E5, K1).</p>	<p>Überleitung: Wie kann man die Verwandtschaftsverhältnisse klären?</p> <p>Beschreibung eines Familienstammbaums z.B. der englischen Königsfamilie, daran Klärung des Begriffs „letzter gemeinsamer Vorfahre“ Transfer auf Arten und das natürliche System der Lebewesen</p> <p>Aufzeigen der Problematik bei der Erstellung von Stammbäumen in Bezug auf nicht bekannte „gemeinsame letzte Vorfahren“ → morphologische/anatomische Ähnlichkeiten als Möglichkeit der Rekonstruktion</p> <p>Schülerinnen und Schüler ordnen verschiedene bekannte Säugetierarten in Ähnlichkeitsgruppen: z.B. Wolf, Spitzmaus, Igel, Hase, Kaninchen, Hausmaus, Fuchs, Mensch, Schimpanse Vergleich der Gebissformen von Carnivora, Insectivora, Hominidae und Rodentia an Schädelmodellen aus der Sammlung bzw. Abbildungen</p> <p>eventuelle Umgruppierung der Verwandtschaftsgruppen der Säugetierordnungen, da Anpassungen der Spitzmaus/Hausmaus sich durch ähnlichen Lebensraum ergeben</p> <p><i>Die Alltagsvorstellung „Verwandtschaft heißt Ähnlichkeit“ wird durch den Perspektivwechsel zu „Verwandtschaft heißt gemeinsame Abstammung“.</i></p> <p>Wiederholung der Merkmale von Wirbeltieren (Progressionsstufe 1)</p> <p>Präsentation einer Merkmalsmatrix, die auch den Lebensraum der Klassen berücksichtigt, aus der sich Knotenpunkte für die Rekonstruktion eines Stammbaums ableiten lassen.</p>
<p>zeitliche Dimension der Erdzeitalter</p> <p>Leitfossilien</p> <p>ca. 6 Ustd.</p>	<p>Fossilfunde auswerten und ihre Bedeutung für die Evolutionsforschung erklären (E2, E5, UF2).</p>	<p>Schülerinnen und Schüler rekonstruieren mögliche Stammbaumhypothesen der Wirbeltiere.</p> <p><i>Der Alltagsvorstellung „Tiere werden nach Lebensräumen geordnet“ wird als Brücke genutzt. [4]</i></p> <p>Problematisierung: Sind Vögel mit Reptilien oder mit Säugetieren näher verwandt?</p> <p>Beschreibung eines Archaeopteryx (Abbildung Schulbuch oder Replik eines Fossilfundes)</p>

		<p>Einordnung in den erstellten Wirbeltierstammbaum als Mosaikform zwischen Reptilien und Vögeln  Rückbezug auf den Film [2]  Betrachtung ausgewählter Fossilien (Realobjekte)</p> <p>Methode der relativen Altersbestimmung durch Leitfossilien, Zuordnung von Leitfossilien auf einem Zeitstrahl</p> <p><i>Kernaussage:  Morphologische Ähnlichkeiten zwischen den Arten können sich auch durch die Anpasstheit an einen ähnlichen Lebensraum ergeben.  Die genaue Betrachtung ausgesuchter anatomischer Merkmale nach bestimmten Kriterien sowie Fossilfunde erlauben die Zuordnung der Arten zu Verwandtschaftsgruppen.  Leitfossilien erleichtern die zeitliche Einordnung der Funde.</i></p>
--	--	--

**Weiterführende Materialien:**

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.researchgate.net/figure/Charles-Darwin-tree-of-Life-sketch-from-notebook-B-1837-Reproduced-by-kind-permission_fig1_309227548">https://www.researchgate.net/figure/Charles-Darwin-tree-of-Life-sketch-from-notebook-B-1837-Reproduced-by-kind-permission_fig1_309227548</a>	Es gibt zahlreiche Veröffentlichungen dieser Abbildung, die mittlerweile auch auf T-Shirts und Tassen zu finden ist.
2	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=R3HnPLNMAHs">https://www.youtube.com/watch?v=R3HnPLNMAHs</a>	Der Film (18:06 min.) zeigt einerseits die zeitliche Dimension der Entstehung des Lebens auf der Erde und andererseits die Verwandtschaft aller Lebewesen. Konzipiert wurde er für die Grundschule; er eignet sich auch für die Sekundarstufe I.
3	<a href="https://www.onezoom.org/life.html/@biota=93302#x51,y555,w0.8643">https://www.onezoom.org/life.html/@biota=93302#x51,y555,w0.8643</a>	Die englische Website enthält eine interaktive Karte der evolutionären Beziehungen zwischen 2.235.362 Arten des Lebens auf unserem Planeten. Jedes Blatt des Baumes stellt eine Art dar und die Zweige zeigen, wie sie durch die Evolution verbunden sind, auch die zeitliche Dimension lässt sich herausarbeiten.
4	<a href="https://www.mnu.de/images/publikationen/GeRRN/GeRRN_2_Auflage_2017-09-23.pdf">https://www.mnu.de/images/publikationen/GeRRN/GeRRN_2_Auflage_2017-09-23.pdf</a>	Im Kapitel 5 des Gemeinsamen europäischen Referenzrahmens für Naturwissenschaften werden Bildungsperspektiven thematisiert. Der Umgang mit Alltagsvorstellungen hat einen hohen Stellenwert. Im Kapitel 5.2 werden Strategien (u. a. „Brücke“) erläutert, auf die in der rechten Spalte aller konkretisierten UV immer wieder Bezug genommen wird.

Letzter Zugriff auf die URL: 14.01.2020

## Jahrgangsstufe 10

### UV 9.6 „Evolution des Menschen“

(ca. 6 Ustd., *in blau: fakultative Aspekte bei höherem Stundenkontingent*)

#### Inhaltsfeldbeschreibung

Im Fokus steht die Evolutionstheorie als naturwissenschaftliche Erklärungsbasis für die Entstehung der vielfältigen Angepasstheiten von Lebewesen. [...] Angepasstheiten werden als Zwischenergebnisse eines nicht zielgerichteten historischen Prozesses verständlich. Verwandtschaftsbeziehungen im System der Lebewesen lassen sich durch die abgestufte Ähnlichkeit der Taxa aufzeigen. [...] Ausgewählte Fossilfunde lassen die Vorläufigkeit der Vorstellungen zur Entwicklung von Lebewesen, insbesondere der Menschwerdung, nachvollziehbar werden.

#### Erweiterung des Kompetenzbereichs Kommunikation

##### **K4 (Argumentation):**

Die Schülerinnen und Schüler können auf der Grundlage biologischer Erkenntnisse und naturwissenschaftlicher Denkweisen faktenbasiert, rational und schlüssig argumentieren sowie zu Beiträgen anderer respektvolle, konstruktiv-kritische Rückmeldungen geben.

#### Experimente / Untersuchungen / Arbeit mit Modellen

- Untersuchung ausgewählter Fossilfunde zur Evolution des Menschen (KLP)

#### Beiträge zu den Basiskonzepten

<b>System:</b> Systemebenen Organismus – Population – Art	<b>Struktur und Funktion:</b> Angepasstheiten und abgestufte Ähnlichkeit als Folge von Evolutionsprozessen	<b>Entwicklung:</b> Variabilität als Voraussetzung für Selektion und Evolution
--	---	---

<b>Sequenzierung:</b> <i>Fragestellungen</i> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Kernaussagen / Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte</i>
--	--	--

<p><b>Wie entstand im Laufe der Evolution der Mensch?</b> Merkmalsänderungen im Verlauf der Hominidenevolution</p>	<p>eine Stammbaumhypothese zur Evolution des Menschen anhand ausgewählter Fossilfunde rekonstruieren und begründen (E2, E5, K1).</p>	<p>Kurzer tabellarischer Vergleich der rezenten Arten Mensch und Schimpanse Festhalten der Gemeinsamkeiten sowie der Unterschiede z. B. in Bezug auf das Gehirnvolumen und den aufrechten Gang <i>Der Alltagsvorstellung „Der Mensch stammt vom Affen ab“ wird durch Perspektivenwechsel begegnet.</i></p> <p>Vergleich der Schädelformen verschiedener Vorfahren des Menschen unter Rückgriff auf UV 8.5 ( → Sammlung ergänzt mit Abbildungen [1]) Aufstellen eines hypothetischen Stammbaums anhand der Kriterien Gehirnvolumen / Alter / Fundort Vergleich des Skelettaufbaus von „Ardi“ mit Mensch und Schimpanse [2], alternativ „Lucy“ (Schulbuch bzw. [1]) <i>Kernaussage:</i> <i>Der letzte gemeinsame Vorfahre des Schimpansen und des Menschen lebte vor etwa 6 Millionen Jahren. Der aufrechte Gang entwickelte sich bereits zu Beginn der Trennung der beiden Linien, zur Zunahme des Gehirnvolumens bei den menschlichen Vorfahren kam es vor allen Dingen in den letzten zwei Millionen Jahren.</i></p>
<p><b>Evolution – nur eine Theorie?</b></p>	<p>die naturwissenschaftliche Position der Evolutionstheorie von nichtnaturwissenschaftlichen Vorstellungen zur Entwicklung von Lebewesen abgrenzen (B1, B2, B4, E7, K4).</p>	<p>Arbeitsteiliger tabellarischer Vergleich verschiedener (mindestens zweier) Schöpfungsberichte, z.B. Bibel, Koran, Naturreligionen Mögliche Aspekte: Wie entstand die Welt?, Wie entstand der Menschen?, Wie lange dauerte die Schöpfung?, Was wurde geschaffen?, Wer ist der Schöpfer?) [3] Wiederholung der Schritte der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung <b>bzw. Erarbeitung mit Arbeitsblättern</b> [4] <i>Der Alltagsvorstellung „Theorien sind nur Vermutungen.“ wird durch Perspektivenwechsel „Alle Naturwissenschaften basieren auf Theorien“ (siehe Kernaussage) entgegengewirkt.</i></p>

ca. 6 Ustd	<p><b>Kernaussage:</b>  <i>Im Rahmen der Schritte der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung werden Hypothesen zur Beantwortung einer Fragestellung mittels Experimenten oder Beobachtungsergebnissen überprüft. Mit diesen Ergebnissen lassen sich Hypothesen stützen oder widerlegen.  Viele gestützte Hypothesen können zu einer Theorie wie der Evolutionstheorie zusammengefasst werden.  Die Schöpfungsberichte unterschiedlicher Religionen gehen davon aus, dass es einen Schöpfer gegeben hat, der alle Arten erschaffen hat. Diese Hypothese lässt sich naturwissenschaftlich nicht überprüfen.</i></p>
------------	--

**Weiterführende Materialien:**

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://museumfrankfurt.senckenberg.de/wp-content/uploads/2019/07/SB_MOSAIK_MENSCHWERDUNG_DRUCK.pdf">https://museumfrankfurt.senckenberg.de/wp-content/uploads/2019/07/SB_MOSAIK_MENSCHWERDUNG_DRUCK.pdf</a> <a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5635">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5635</a>	<p>Die Broschüre stellt anschaulich 22 bekannte Fossilfunde vor, darunter auch Lucy.</p> <p>Lernaufgabe „Evolutiver Wandel in der Menschwerdung“</p>
2	<a href="https://www.sueddeutsche.de/wissen/sensationsfund-ardi-attraktion-statt-aggression-1.45647">https://www.sueddeutsche.de/wissen/sensationsfund-ardi-attraktion-statt-aggression-1.45647</a>	<p>Der Zeitungsartikel fasst die wesentlichen Merkmalen von <i>Ardipithecus</i> zusammen und enthält ein Abbildung des rekonstruierten Skeletts.</p>
3	<a href="https://www.rpi-loccum.de/damfiles/default/rpi_loccum/Materialpool/Lernwerkstatt/Religion/religion5_1-0785b5fa3d0932ed55d306b13b976c90.pdf">https://www.rpi-loccum.de/damfiles/default/rpi_loccum/Materialpool/Lernwerkstatt/Religion/religion5_1-0785b5fa3d0932ed55d306b13b976c90.pdf</a>	<p>Hier findet man Zusammenfassungen verschiedener Schöpfungsberichte.</p>
4	<a href="http://archiv.ipn.uni-kiel.de/System_Erde/materialien_Sek2_2.html">http://archiv.ipn.uni-kiel.de/System_Erde/materialien_Sek2_2.html</a>	<p>Es finden sich zahlreiche Materialien zur Entstehung des Lebens auf der Erde, die allerdings für die Sekundarstufe II konzipiert wurden.</p> <p>Das Arbeitsblatt auf S. 5 (Modul „Entstehung des Lebens“, S. 51 im pdf-Dokument) zu den Schritten der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung in Kombination mit der Beschreibung der Experimente von Louis Pasteur eignen sich auch für die Sekundarstufe I.</p>

Letzter Zugriff auf die URL: 14.01.2020

## 4. Unterrichtsvorhaben der Sekundarstufe II

### 4.1. Einführungsphase

**Inhaltsfeld:** IF 1 (Biologie der Zelle) und IF 2 (Energiestoffwechsel)

- **Unterrichtsvorhaben I:** Kein Leben ohne Zelle I – Wie sind Zellen aufgebaut und organisiert?
- **Unterrichtsvorhaben II:** Kein Leben ohne Zelle II – Welche Bedeutung haben Zellkern und DNA für das Leben?
- **Unterrichtsvorhaben III:** Erforschung der Biomembran – Welche Bedeutung haben technische Fortschritte und Modelle für die Forschung?
- **Unterrichtsvorhaben IV:** Enzyme im Alltag – Welche Rolle spielen Enzyme in unserem Leben?
- **Unterrichtsvorhaben V:** Biologie und Sport – Welchen Einfluss hat körperliche Aktivität auf unseren Körper?

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Mikroskopieren
- Zellaufbau
- Funktion des Zellkerns
- Aufbau DNA
- Zellzyklus
- Biomembranen: Kompartimentierung
- Diffusion, Osmose, Transportvorgänge
- Bau und Funktion von Enzymen
- Substrat- und Wirkungsspezifität
- Einfluss von Reaktionsbedingungen auf die Enzymaktivität (Michaelis-Menten)
- Cofaktoren, Hemmungen, Enzymregulation
- Dissimilation
- Körperliche Aktivität und Stoffwechsel

**Basiskonzepte:**

**System**

- Zelle als basale strukturelle und funktionelle Einheit, Systemebenen Zelle – Gewebe – Organ – Organismus, Arbeitsteilung im Organismus, Stoff- und Energieumwandlung, Mechanismen der Regulation

•

**Struktur und Funktion**

- Schlüssel-Schloss-Modell bei Proteinen, Transport- und Arbeitsform von Chromosomen, Schlüssel-Schloss-Modell

**Entwicklung**

Wachstum durch Teilung und Größenzunahme von Zellen

**Zeitbedarf:**

ca. 94 Ustd. à 45 Minuten

## Einführungsphase

<b>Unterrichtsvorhaben I:</b> <b>Thema/Kontext:</b> Kein Leben ohne Zelle I – <i>Wie sind Zellen aufgebaut und organisiert?</i>			
<b>Inhaltsfeld:</b> IF 1 Biologie der Zelle			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikroskopie</li> <li>• Zellaufbau</li> <li>• Kompartimentierung</li> </ul>		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> Die Schülerinnen und Schüler können ... <b>UF1</b> ausgewählte biologische Phänomene und Konzepte beschreiben. <b>UF2</b> biologische Konzepte zur Lösung von Problemen in eingegrenzten Bereichen auswählen und dabei Wesentliches von Unwesentlichem unterscheiden. <b>K1</b> Fragestellungen, Untersuchungen, Experimente und Daten strukturiert dokumentieren, auch mit Unterstützung digitaler Werkzeuge.	
<b>Zeitbedarf:</b> ca. 14 Std. à 45 Minuten			
<b>Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ...	<b>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b>
SI-Vorwissen		<b>multiple-choice-Test</b> zu Zelle, Gewebe, Organ und Organismus  <b>Informationstexte</b> einfache, kurze Texte zum notwendigen Basiswissen	<b>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:</b> <b>SI-Vorwissen wird ohne Benotung ermittelt (z.B. Selbstevaluationsbogen)</b> Möglichst selbstständiges Aufarbeiten des Basiswissens zu den eigenen Test-Problemstellen.
Zelltheorie – <i>Wie entsteht aus einer zufälligen Beobachtung eine wissenschaftliche Theorie?</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelltheorie</li> <li>• Organismus, Organ, Gewebe, Zelle</li> </ul>	stellen den wissenschaftlichen Erkenntniszuwachs zum Zellaufbau durch technischen Fortschritt an Beispielen (durch Licht-, Elektronen- und Fluoreszenzmikroskopie) dar (E7).	<b>Advance Organizer</b> zur Zelltheorie  <b>Gruppenpuzzle</b> vom technischen Fortschritt und der Entstehung einer Theorie	Zentrale Eigenschaften naturwissenschaftlicher Theorien ( <i>Nature of Science</i> ) werden beispielhaft erarbeitet.
Was sind pro- und eukaryotische Zellen und worin unterscheiden sie sich grundlegend? <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau pro- und eukaryotischer Zellen</li> </ul>	beschreiben den Aufbau pro- und eukaryotischer Zellen und stellen die Unterschiede heraus (UF3).	<b>elektronenmikroskopische Bilder</b> sowie <b>2D-Modelle</b> zu tierischen, pflanzlichen und bakteriellen Zellen	Gemeinsamkeiten und Unterschiede der verschiedenen Zellen werden erarbeitet. EM-Bild wird mit Modell verglichen.

<p><i>Wie ist eine Zelle organisiert und wie gelingt es der Zelle so viele verschiedene Leistungen zu erbringen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktion von Zellorganellen</li> <li>• Zellkompartimentierung</li> <li>• Endo – und Exocytose</li> <li>• Endosymbiontentheorie</li> </ul>	<p>beschreiben Aufbau und Funktion der Zellorganellen und erläutern die Bedeutung der Zellkompartimentierung für die Bildung unterschiedlicher Reaktionsräume innerhalb einer Zelle (UF3, UF1).</p> <p>erläutern die membran-vermittelten Vorgänge der Endo- und Exocytose (u. a. am Golgi-Apparat) (UF1, UF2).</p> <p>erläutern die Bedeutung des Cytoskeletts für den intrazellulären Transport [und die Mitose] (UF3, UF1)</p> <p>präsentieren adressatengerecht die Endosymbiontentheorie mithilfe angemessener Medien (K3, K1, UF1)</p>	<p><b>z.B. Stationenlernen</b> zu Zellorganellen (Kopie von Raabits)</p>	
<p>Zelle, Gewebe, Organe, Organismen – <i>Welche Unterschiede bestehen zwischen Zellen, die verschiedene Funktionen übernehmen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelldifferenzierung</li> </ul>	<p>ordnen differenzierte Zellen auf Grund ihrer Strukturen spezifischen Geweben und Organen zu und erläutern den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (UF3, UF4, UF1)</p> <p>zeigen Möglichkeiten und Grenzen der Zellkulturtechnik in der Biotechnologie und Biomedizin auf (B4, K4)</p>	<p><b>Mikroskopieren</b> von verschiedenen Zelltypen</p>	<p><b>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:</b> <b>Mikroskopieren von verschiedener Zelltypen</b></p>

Leistungsbewertung:

- ggf. *multiple-choice*-Tests zu Zelltypen und Struktur und Funktion von Zellorganellen
- ggf. Teil einer Klausur



<b>Unterrichtsvorhaben II:</b>			
<b>Thema/Kontext:</b> Kein Leben ohne Zelle II – <i>Welche Bedeutung haben Zellkern und Nukleinsäuren für das Leben?</i>			
<b>Inhaltsfeld:</b> IF 1 (Biologie der Zelle)			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktion des Zellkerns</li> <li>• Aufbau DNA</li> <li>• Zellzyklus</li> <li>• Replikation</li> </ul> <b>Zeitbedarf:</b> ca. 12 Std. à 45 Minuten		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> Die Schülerinnen und Schüler können ... <b>UF4</b> bestehendes Wissen aufgrund neuer biologischer Erfahrungen und Erkenntnisse modifizieren und reorganisieren. <b>E1</b> in vorgegebenen Situationen biologische Probleme beschreiben, in Teilprobleme zerlegen und dazu biologische Fragestellungen formulieren. <b>K4</b> biologische Aussagen und Behauptungen mit sachlich fundierten und überzeugenden Argumenten begründen bzw. kritisieren. <b>B4</b> Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen mit Bezug auf die Zielsetzungen der Naturwissenschaften darstellen.	
<b>Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ...	<b>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b>
<i>Was zeichnet eine naturwissenschaftliche Fragestellung aus und welche Fragestellung lag den Acetabularia und den Xenopus-Experimenten zugrunde?</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erforschung der Funktion des Zellkerns in der Zelle</li> </ul>	benennen Fragestellungen historischer Versuche zur Funktion des Zellkerns und stellen Versuchsdurchführungen und Erkenntniszuwachs dar (E1, E5, E7).  werten Klonierungsexperimente (Kerntransfer bei Xenopus) aus und leiten ihre Bedeutung für die Stammzellforschung ab (E5).	<i>Acetabularia-Experimente</i> von Hämmerling  <b>Experiment</b> zum Kerntransfer bei <i>Xenopus</i>	Naturwissenschaftliche Fragestellungen werden kriteriengeleitet entwickelt und Experimente ausgewertet.
<i>Welche biologische Bedeutung hat die Mitose für einen Organismus?</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitose (Rückbezug auf Zelltheorie)</li> <li>• Interphase</li> </ul>	begründen die biologische Bedeutung der Mitose auf der Basis der Zelltheorie (UF1, UF4).  erläutern die Bedeutung des Cytoskeletts für [den intrazellulären Transport und] die Mitose (UF3, UF1).	<b>Informationstexte</b> und <b>Abbildungen</b> <b>Filme/Animationen</b> zu zentralen Aspekten: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. exakte Reproduktion</li> <li>2. Organ- bzw. Gewebewachstum und Erneuerung (Mitose)</li> <li>3. Zellwachstum (Interphase)</li> </ol>	Die Funktionen des Cytoskeletts werden erarbeitet, Informationen werden in ein Modell übersetzt, das die wichtigsten Informationen sachlich richtig wiedergibt.

<p><i>Wie ist die DNA aufgebaut, wo findet man sie und wie wird sie kopiert?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Vorkommen von Nukleinsäuren</li> <li>• Aufbau der DNA</li> <li>• Mechanismus der DNA-Replikation in der S-Phase der Interphase</li> </ul>	<p>ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle [Kohlenhydrate, Lipide, Proteine, Nucleinsäuren] den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften (UF1, UF3).</p> <p>erklären den Aufbau der DNA mithilfe eines Strukturmodells (E6, UF1).</p> <p>beschreiben den semikonservativen Mechanismus der DNA-Replikation (UF1, UF4).</p>	<p><b>Modellbaukasten</b> zur DNA-Struktur und Replikation</p> <p>Simulation zur Replikation (PC-Programm)</p>	
<p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. Feedbackbogen und angekündigte <i>multiple-choice</i>-Tests zur Mitose</li> <li>• ggf. Klausur</li> </ul>			

<b>Unterrichtsvorhaben III:</b>			
<b>Thema/Kontext: Erforschung der Biomembran – Welche Bedeutung haben technischer Fortschritt und Modelle für die Forschung?</b>			
<b>Inhaltsfeld: IF 1 (Biologie der Zelle)</b>			
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biomembranen</li> <li>• Transportvorgänge durch Biomembranen: Diffusion, Osmose, passiver und aktiver Transport</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 22 Std. à 45 Minuten</p>		<p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b>  Die Schülerinnen und Schüler können ...  <b>K1</b> Fragestellungen, Untersuchungen, Experimente und Daten strukturiert dokumentieren, auch mit Unterstützung digitaler Werkzeuge.  <b>K2</b> in vorgegebenen Zusammenhängen kriteriengeleitet biologisch-technische Fragestellungen mithilfe von Fachbüchern und anderen Quellen bearbeiten.  <b>K3</b> biologische Sachverhalte, Arbeitsergebnisse und Erkenntnisse adressatengerecht sowie formal, sprachlich und fachlich korrekt in Kurzvorträgen oder kurzen Fachtexten darstellen.  <b>E3</b> zur Klärung biologischer Fragestellungen Hypothesen formulieren und Möglichkeiten zu ihrer Überprüfung angeben.  <b>E6</b> Modelle zur Beschreibung, Erklärung und Vorhersage biologischer Vorgänge begründet auswählen und deren Grenzen und Gültigkeitsbereiche angeben.  <b>E7</b> an ausgewählten Beispielen die Bedeutung, aber auch die Vorläufigkeit biologischer Modelle und Theorien beschreiben.</p>	
<b>Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ...	<b>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b>
<p>Warum löst sich Öl nicht in Wasser?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Eigenschaften von Lipiden und Phospholipiden</li> </ul>	<p>ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle ([Kohlenhydrate], Lipide, Proteine, [Nucleinsäuren]) den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften (UF1, UF3).</p>	<p><b>Demonstrationsexperiment</b> zum Verhalten von Öl in Wasser</p> <p><b>Informationsblätter</b> zu funktionellen Gruppen sowie zu Strukturformeln von Lipiden und Phospholipiden</p> <p>Modelle zu Phospholipiden in Wasser</p>	<p>Phänomen wird beschrieben.</p> <p>Das Verhalten von Lipiden und Phospholipiden in Wasser wird mithilfe ihrer Strukturformeln und den Eigenschaften der funktionellen Gruppen erklärt.</p> <p>Einfache Modelle (2-D) zum Verhalten von Phospholipiden in Wasser werden erarbeitet und diskutiert.</p>
<p>Welche Bedeutung haben technischer Fortschritt und Modelle für die Erforschung von Biomembranen?</p>	<p>stellen den wissenschaftlichen Erkenntniszuwachs zum Aufbau von Biomembranen durch technischen</p>	<p><b>Plakat(e)</b> zu Biomembranen</p> <p><b>Versuche</b> von Gorter und Grendel mit Erythrozyten (1925) zum Bilayer-Modell</p>	<p><b>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:</b></p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erforschung der Biomembran (historisch-genetischer Ansatz)</li> <li>• Bilayer-Modell</li> <li>• Sandwich-Modelle</li> <li>• Fluid-Mosaik-Modell</li> <li>• Erweitertes Fluid-Mosaik-Modell (Kohlenhydrate in der Biomembran)</li> <li>• Markierungsmethoden zur Ermittlung von Membranmolekülen (Proteinsonden)</li> <li>• dynamisch strukturiertes Mosaikmodell (Rezeptor-Inseln, Lipid-Rafts)</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Nature of Science</i> – naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen</li> </ul>	<p>Fortschritt an Beispielen dar und zeigen daran die Veränderlichkeit von Modellen auf (E5, E6, E7, K4).</p> <p>ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle (Kohlenhydrate, Lipide, Proteine, [Nucleinsäuren]) den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften (UF1, UF3).</p> <p>recherchieren die Bedeutung und die Funktionsweise von Tracern für die Zellforschung und stellen ihre Ergebnisse graphisch und mithilfe von Texten dar (K2, K3).</p> <p>recherchieren die Bedeutung der Außenseite der Zellmembran und ihrer Oberflächenstrukturen für die Zellkommunikation (u. a. Antigen-Antikörper-Reaktion) und stellen die Ergebnisse adressatengerecht dar (K1, K2, K3).</p>	<p><b>Arbeitsblatt</b> zur Arbeit mit Modellen</p> <p><b>Partnerpuzzle</b> zu Sandwich-Modellen  <b>Arbeitsblatt 1:</b> Erste Befunde durch die Elektronenmikroskopie (G. Palade, 1950er)  <b>Arbeitsblatt 2:</b> Erste Befunde aus der Biochemie (Davson und Danielli, 1930er)</p> <p><b>Abbildungen</b> auf der Basis von Gefrierbruchtechnik und Elektronenmikroskopie</p> <p><b>Partnerpuzzle</b> zum Flüssig-Mosaik-Modell  <b>Arbeitsblatt 1:</b> Original-Auszüge aus dem Science-Artikel von Singer und Nicolson (1972)  <b>Arbeitsblatt 2:</b> Heterokaryon-Experimente von Frye und Edidin (1972)</p> <p><b>Experimente</b> zur Aufklärung der Lage von Kohlenhydraten in der Biomembran  <b>Checkliste</b> mit Kriterien für seriöse Quellen</p> <p><b>Checkliste</b> zur korrekten Angabe von Internetquellen</p> <p><b>Internetrecherche</b> zur Funktionsweise von Tracern</p>	<p><b>Durchführung eines wissenschaftspädagogischen Schwerpunktes zur Erforschung der Biomembranen.</b></p> <p>Folgende Vorgehensweise wird empfohlen: Der wissenschaftliche Erkenntniszuwachs wird in den Folgestunden fortlaufend dokumentiert und für alle Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmer auf Plakaten festgehalten.</p> <p>Der Modellbegriff und die Vorläufigkeit von Modellen im Forschungsprozess werden verdeutlicht.</p> <p>Auf diese Weise kann die Arbeit in einer <i>scientific community</i> nachempfunden werden.</p> <p>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>Das Membranmodell muss erneut modifiziert werden.</p> <p>Das Fluid-Mosaik-Modell muss erweitert werden.</p> <p>Die biologische Bedeutung (hier nur die proximate Erklärungsebene!) der Glykokalyx (u.a. bei der Antigen-Anti-Körper-Reaktion) wird recherchiert.</p> <p>Quellen werden ordnungsgemäß notiert (Verfasser, Zugriff etc.).</p>
---	--	--	---

		<p><b>Informationen</b> zum dynamisch strukturierten Mosaikmodell Vereb et al (2003)  <b>Abstract</b> aus: Vereb, G. et al. (2003): <i>Dynamic, yet structured: The cell membrane three decades after the Singer-Nicolson model.</i></p> <p><b>Lernplakat</b> (fertig gestellt) zu den Biomembranen</p>	<p>Historisches Modell wird durch aktuellere Befunde zu den Rezeptor-Inseln erweitert.</p> <p>Ein Reflexionsgespräch auf der Grundlage des entwickelten Plakats zu Biomembranen wird durchgeführt.</p> <p>Wichtige wissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen sowie die Rolle von Modellen und dem technischen Fortschritt werden herausgestellt.</p>
<p><i>Weshalb und wie beeinflusst die Salzkonzentration den Zustand von Zellen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plasmolyse</li>   <li>• Brownsche-Molekularbewegung</li> <li>• Diffusion</li> <li>• Osmose</li> </ul>	<p>führen Experimente zur Diffusion und Osmose durch und erklären diese mit Modellvorstellungen auf Teilchenebene (E4, E6, K1, K4).</p> <p>führen mikroskopische Untersuchungen zur Plasmolyse hypothesengeleitet durch und interpretieren die beobachteten Vorgänge (E2, E3, E5, K1, K4).</p> <p>recherchieren Beispiele der Osmose und Osmoregulation in unterschiedlichen Quellen und dokumentieren die Ergebnisse in einer eigenständigen Zusammenfassung (K1, K2).</p>	<p><b>Zeitungsartikel</b> z.B. zur fehlerhaften Salzkonzentration für eine Infusion in den Unikliniken</p> <p><b>Experimente</b> mit Rotkohlgewebe oder roter Zwiebel und <b>mikroskopische Untersuchungen</b></p> <p><b>Kartoffel-Experimente</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) ausgehöhlte Kartoffelhälfte mit Zucker, Salz und Stärke</li> <li>b) Kartoffelstäbchen(gekocht und ungekocht)</li> </ol> <p><b>Informationstexte, Animationen und Lehrfilme</b> zur Brownschen Molekularbewegung (physics-animations.com)</p> <p><b>Demonstrationsexperimente</b> mit Tinte oder Deo zur Diffusion</p> <p><b>Arbeitsaufträge</b> zur Recherche osmoregulatorischer Vorgänge</p>	<p>SuS formulieren erste Hypothesen, planen und führen geeignete Experimente zur Überprüfung ihrer Vermutungen durch.</p> <p>Versuche zur Generalisierbarkeit der Ergebnisse werden geplant und durchgeführt.</p> <p>Phänomen wird auf Modellebene erklärt (direkte Instruktion).</p> <p><b>Verbindlicher Fachkonferenzabschluss:</b>  <b>Mikroskopieren der Plasmolyse an roter Zwiebel.</b></p> <p>Weitere Beispiele (z. B. Salzwiese, Niere) für Osmoregulation werden recherchiert.</p> <p>Lernplakate werden gegenseitig beurteilt und diskutiert.</p>

		<b>Checkliste</b> zur Bewertung eines Lernplakats, <b>Arbeitsblatt</b> mit Regeln zu einem sachlichen Feedback	
<p><i>Wie werden gelöste Stoffe durch Biomembranen hindurch in die Zelle bzw. aus der Zelle heraus transportiert?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Passiver Transport</li> <li>• Aktiver Transport</li> </ul>	beschreiben Transportvorgänge durch Membranen für verschiedene Stoffe mithilfe geeigneter Modelle und geben die Grenzen dieser Modelle an (E6).	<b>Gruppenarbeit:</b> <b>Informationstext</b> zu verschiedenen Transportvorgängen an realen Beispielen	SuS können entsprechend der Informationstexte 2-D-Modelle zu den unterschiedlichen Transportvorgängen erstellen.
<p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. KLP-Überprüfungsform: „Beurteilungsaufgabe“ und „Optimierungsaufgabe“ (z.B. Modellkritik an Modellen zur Biomembran oder zu Transportvorgängen) zur Ermittlung der Modell-Kompetenz (E6)</li> <li>• ggf. Klausur</li> </ul>			

<b>Unterrichtsvorhaben IV:</b> <b>Thema/Kontext:</b> Enzyme im Alltag – <i>Welche Rolle spielen Enzyme in unserem Leben?</i>			
<b>Inhaltsfelder:</b> IF 1 (Biologie der Zelle), IF 2 (Energistoffwechsel)			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bau und Funktion von Enzymen</li> <li>Substrat- und Wirkungsspezifität</li> <li>Einfluss der Reaktionsbedingungen auf die Enzymaktivität</li> <li>Cofaktoren</li> <li>Hemmung</li> <li>Enzymregulation</li> </ul>		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> Die Schülerinnen und Schüler können ... <b>E2</b> kriteriengeleitet beobachten und messen sowie gewonnene Ergebnisse objektiv und frei von eigenen Deutungen beschreiben. <b>E4</b> Experimente und Untersuchungen zielgerichtet nach dem Prinzip der Variablenkontrolle unter Beachtung der Sicherheitsvorschriften planen und durchführen und dabei mögliche Fehlerquellen reflektieren. <b>E5</b> Daten bezüglich einer Fragestellung interpretieren, daraus qualitative und einfache quantitative Zusammenhänge ableiten und diese fachlich angemessen beschreiben.	
<b>Zeitbedarf:</b> ca. 24 Std. à 45 Minuten			
<b>Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ...	<b>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b>
<i>Wie sind Zucker aufgebaut und wo spielen sie eine Rolle?</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Monosaccharid,</li> <li>Disaccharid</li> <li>Polysaccharid</li> </ul>	ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle (Kohlenhydrate, [Lipide, Proteine, Nucleinsäuren]) den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften (UF1, UF3).	<b>Informationstexte</b> zu funktionellen Gruppen und ihren Eigenschaften sowie Kohlenhydratklassen und Vorkommen und Funktion in der Natur  <b>„Spickzettel“</b> als legale Methode des Memorierens; <b>Museumsgang;</b> <b>Beobachtungsbogen</b> mit Kriterien für „gute Spickzettel“	Gütekriterien für gute „Spickzettel“ werden erarbeitet (Übersichtlichkeit, auf das Wichtigste beschränkt, sinnvoller Einsatz von mehreren Farben, um Inhalte zu systematisieren etc.)  Der beste „Spickzettel“ kann gekürt und allen SuS zur Verfügung gestellt werden.
<i>Wie sind Proteine aufgebaut und wo spielen sie eine Rolle?</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aminosäuren</li> <li>Peptide, Proteine</li> <li>Primär-, Sekundär-, Tertiär-, Quartärstruktur</li> </ul>	ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle ([Kohlenhydrate, Lipide], Proteine, [Nucleinsäuren]) den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften (UF1, UF3).	<b>Haptische Modelle</b> (z.B. Perlenmodelle) zum Proteinaufbau  <b>Informationstexte</b> zum Aufbau und der Struktur von Proteinen  <b>Gruppenarbeit</b> <b>Lernplakate</b> zum Aufbau von Proteinen	Der Aufbau von Proteinen wird erarbeitet.  Die Quartärstruktur wird am Beispiel von Hämoglobin veranschaulicht.  Lernplakate werden erstellt und auf Sachrichtigkeit und Anschaulichkeit hin diskutiert und ggf. modifiziert. Sie bleiben im Fachraum hängen.

<p><i>Welche Bedeutung haben Enzyme im menschlichen Stoffwechsel?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktives Zentrum</li> <li>• Allgemeine Enzymgleichung</li> <li>• Substrat- und Wirkungsspezifität</li> </ul>	<p>beschreiben und erklären mithilfe geeigneter Modelle Enzymaktivität und Enzymhemmung (E6).</p>	<p><b>Ggf. experimentelles Gruppenpuzzle:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Ananassaft und Quark oder Götterspeise und frischgepresster Ananassaft in einer Verdünnungsreihe</li> <li>Lactase und Milch sowie Glucoseteststäbchen (Immobilisierung von Lactase mit Alginat)</li> <li>Peroxidase mit Kartoffelscheibe oder Kartoffelsaft (Verdünnungsreihe)</li> <li>Urease und Harnstoffdünger (Indikator Rotkohlsaft)</li> </ol> <p><b>Hilfekarten</b> (gestuft) für die vier verschiedenen Experimente</p> <p><b>Checklisten</b> mit Kriterien für naturwissenschaftliche Fragestellungen, Hypothesen, Untersuchungsdesigns.</p> <p><b>Plakatpräsentation Museumsgang</b></p> <p>Anwendungsbeispiele zu je einem Beispiel aus dem anabolen und katabolen Stoffwechsel.</p>	<p>Die Substrat- und Wirkungsspezifität werden veranschaulicht. Die naturwissenschaftlichen Fragestellungen werden vom Phänomen her entwickelt. Hypothesen zur Erklärung der Phänomene werden aufgestellt. Experimente zur Überprüfung der Hypothesen werden geplant, durchgeführt und abschließend werden mögliche Fehlerquellen ermittelt und diskutiert. Die gestuften Hilfen (Checklisten) sollen Denkanstöße für jede Schlüsselstelle im Experimentierprozess geben.</p> <p>Vorgehen und Ergebnisse werden auf Plakaten präsentiert.</p> <p>SuS erhalten Beobachtungsbogen für den Museumsgang und verteilen Punkte. Anschließend wird das beste Plakat gekürt.</p> <p>Modelle zur Funktionsweise des aktiven Zentrums werden erstellt.</p> <p>Hier bietet sich an, die Folgen einer veränderten Aminosäuresequenz, z. B. bei Lactase mithilfe eines Modells zu diskutieren.</p>
<p><i>Welche Wirkung / Funktion haben Enzyme?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Katalysator</li> <li>• Biokatalysator</li> <li>• Endergonische und exergonische Reaktion</li> </ul>	<p>erläutern Struktur und Funktion von Enzymen und ihre Bedeutung als Biokatalysatoren bei Stoffwechselreaktionen (UF1, UF3, UF4).</p>	<p><b>Schematische Darstellungen</b> von Reaktionen unter besonderer Berücksichtigung der Energieniveaus</p> <p><b>Ggf. Demonstrationsversuch</b> zur katalytischen Eigenschaft von Enzymen mit Würfelzucker und Asche</p>	<p>Die zentralen Aspekte der Biokatalyse werden erarbeitet:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Senkung der Aktivierungsenergie</li> <li>2. Erhöhung des Stoffumsatzes pro Zeit</li> </ol>



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktivierungsenergie, Aktivierungsbarriere / Reaktionschwelle</li> </ul>			
<p><i>Was beeinflusst die Wirkung / Funktion von Enzymen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• pH-Abhängigkeit</li> <li>• Temperaturabhängigkeit</li> <li>• Schwermetalle</li> <li>• Substratkonzentration / Wechselzahl</li> </ul>	<p>beschreiben und interpretieren Diagramme zu enzymatischen Reaktionen (E5).</p> <p>stellen Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von verschiedenen Faktoren auf und überprüfen sie experimentell und stellen sie graphisch dar (E3, E2, E4, E5, K1, K4).</p>	<p><b>Checkliste</b> mit Kriterien zur Beschreibung und Interpretation von Diagrammen</p> <p><b>Experimente</b> mithilfe von Interaktionsboxen zum Nachweis der Konzentrations-, Temperatur- und pH-Abhängigkeit (Lactase und Bromelain; oder Pankreatin, Pepsin o.ä.)</p>	<p><b>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:</b>  <b>Das Beschreiben und Interpretieren von Diagrammen wird geübt.</b></p> <p>Experimente zur Ermittlung der Abhängigkeiten der Enzymaktivität werden geplant und durchgeführt. Wichtig: Denaturierung im Sinne einer irreversiblen Hemmung durch Temperatur, pH-Wert und Schwermetalle muss herausgestellt werden.</p> <p>Die Wechselzahl wird problematisiert.</p> <p><b>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:</b>  <b>Durchführung von Experimenten zur Ermittlung von Enzymeigenschaften an ausgewählten Beispielen.</b></p>
<p><i>Wie wird die Aktivität der Enzyme in den Zellen reguliert?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kompetitive Hemmung,</li> <li>• allosterische (nicht kompetitive) Hemmung</li> <li>• Substrat- und Endprodukthemmung</li> </ul>	<p>beschreiben und erklären mithilfe geeigneter Modelle Enzymaktivität und Enzymhemmung (E6).</p>	<p><b>Gruppenarbeit Informationsmaterial</b> zu Trypsin (allosterische Hemmung) und Allopurinol (kompetitive Hemmung)</p> <p><b>Modellexperimente</b> mit Fruchtgummi und Smarties (?)</p> <p><b>Experimente</b> mithilfe einer Interaktionsbox mit Materialien (Knete, Moosgummi, Styropor etc.)</p> <p><b>Checkliste</b> mit Kriterien zur Modellkritik</p>	<p>Wesentliche Textinformationen werden in einem begrifflichen Netzwerk zusammengefasst. Die kompetitive Hemmung wird simuliert.</p> <p>Anhand von Krankheitsbildern und entsprechenden Medikamenten (z.B. Gicht und Allopurinol) wird die Bedeutung von Enzymaktivität und Hemmung herausgestellt.</p> <p>Modelle zur Erklärung von Hemmvorgängen werden entwickelt. Reflexion und Modellkritik</p>

<p><i>Wie macht man sich die Wirkweise von Enzymen zu Nutze?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enzyme im Alltag</li> <li>• Technik</li> <li>• Medizin</li> <li>• Lebensmittelindustrie</li> <li>• Waschmittel o.ä.</li> </ul>	<p>recherchieren Informationen zu verschiedenen Einsatzgebieten von Enzymen und präsentieren und bewerten vergleichend die Ergebnisse (K2, K3, K4).</p> <p>geben Möglichkeiten und Grenzen für den Einsatz von Enzymen in biologisch-technischen Zusammenhängen an und wägen die Bedeutung für unser heutiges Leben ab (B4).</p>	<p><b>(Internet)Recherche und Erstellen von Informationsplakaten</b></p>	<p>Die Bedeutung enzymatischer Reaktionen für z.B. Veredlungsprozesse und medizinische Zwecke wird herausgestellt.</p> <p>Als Beispiel können Enzyme im Waschmittel und ihre Auswirkung auf die menschliche Haut besprochen und diskutiert werden.</p>
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>multiple choice</i> -Tests</li> <li>• KLP-Überprüfungsform: „experimentelle Aufgabe“ (z.B. Entwickeln eines Versuchsaufbaus in Bezug auf eine zu Grunde liegende Fragestellung und/oder Hypothese) zur Ermittlung der Versuchsplanungskompetenz (E4)</li> <li>• ggf. Klausur</li> </ul>			

<b>Unterrichtsvorhaben V:</b>			
<b>Thema/Kontext:</b> Biologie und Sport – <i>Welchen Einfluss hat körperliche Aktivität auf unseren Körper?</i>			
<b>Inhaltsfeld:</b> IF 2 (Energistoffwechsel)			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dissimilation</li> <li>• Körperliche Aktivität und Stoffwechsel</li> </ul> <b>Zeitbedarf:</b> ca. 22 Std. à 45 Minuten		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> Die Schülerinnen und Schüler können ... <b>UF3</b> die Einordnung biologischer Sachverhalte und Erkenntnisse in gegebene fachliche Strukturen begründen. <b>B1</b> bei der Bewertung von Sachverhalten in naturwissenschaftlichen Zusammenhängen fachliche, gesellschaftliche und moralische Bewertungskriterien angeben. <b>B2</b> in Situationen mit mehreren Handlungsoptionen Entscheidungsmöglichkeiten kriteriengeleitet abwägen, gewichten und einen begründeten Standpunkt beziehen. <b>B3</b> in bekannten Zusammenhängen ethische Konflikte bei Auseinandersetzungen mit biologischen Fragestellungen sowie mögliche Lösungen darstellen.	
<b>Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ...	<b>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b>
<i>Welche Veränderungen können während und nach körperlicher Belastung beobachtet werden?</i>  <b>Systemebene: Organismus</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Belastungstest</li> <li>• Schlüsselstellen der körperlichen Fitness</li> </ul>		<i>Münchener Belastungstest</i> <u>oder</u> <i>multi-stage</i> Belastungstest.  <b>Selbstbeobachtungsprotokoll</b> zu Herz, Lunge, Durchblutung Muskeln  <b>Graphic Organizer</b> auf verschiedenen Systemebenen	Begrenzende Faktoren bei unterschiedlich trainierten Menschen werden ermittelt.  Damit kann der Einfluss von Training auf die Energiezufuhr, Durchblutung, Sauerstoffversorgung, Energiespeicherung und Ernährungsverwertung systematisiert werden.  Die Auswirkung auf verschiedene Systemebenen (Organ, Gewebe, Zelle, Molekül) kann dargestellt und bewusst gemacht werden.
<i>Wie reagiert der Körper auf unterschiedliche Belastungssituationen und wie unterscheiden sich verschiedene Muskelgewebe voneinander?</i>  <b>Systemebene: Organ und Gewebe</b>	erläutern den Unterschied zwischen roter und weißer Muskulatur (UF1). präsentieren unter Einbezug geeigneter Medien und unter Verwendung einer korrekten Fachsprache die aerobe und	<b>Partnerpuzzle</b> mit Arbeitsblättern zur roten und weißen Muskulatur und zur Sauerstoffschuld  <b>Bildkarten</b> zu Muskeltypen und Sportarten	Hier können Beispiele von 100-Meter-, 400-Meter- und 800-Meter-Läufern analysiert werden.  Verschiedene Muskelgewebe werden im Hinblick auf ihre Mitochondriendichte

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muskelaufbau</li> </ul> <p><i>Systemebene: Zelle</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sauerstoffschuld, Energiereserve der Muskeln, Glykogenspeicher</li> </ul> <p><i>Systemebene: Molekül</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lactat-Test</li> <li>• Milchsäure-Gärung</li> </ul>	<p>anaerobe Energieumwandlung in Abhängigkeit von körperlichen Aktivitäten (K3, UF1).</p> <p>überprüfen Hypothesen zur Abhängigkeit der Gärung von verschiedenen Faktoren (E3, E2, E1, E4, E5, K1, K4).</p>	<p><b>Informationsblatt</b>  <b>Experimente</b> mit Sauerkraut (u.a. pH-Wert)  <b>Forscherbox</b></p>	<p>(stellvertretend für den Energiebedarf) untersucht / ausgewertet. Muskeltypen werden begründend Sportarten zugeordnet.</p> <p>Die Milchsäuregärung dient der Veranschaulichung anaerober Vorgänge: Modellexperiment zum Nachweis von Milchsäure unter anaeroben Bedingungen wird geplant und durchgeführt.</p> <p><b>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:</b>  <b>In diesem Unterrichtsvorhaben liegt ein Schwerpunkt auf dem Wechsel zwischen den biologischen Systemebenen.</b></p>
<p><i>Welche Faktoren beeinflussen den Energieumsatz und welche Methoden helfen bei der Bestimmung?</i></p> <p><i>Systemebenen: Organismus, Gewebe, Zelle, Molekül</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieumsatz (Grundumsatz und Leistungsumsatz)</li> <li>• Direkte und indirekte Kalorimetrie</li> </ul> <p><i>Welche Faktoren spielen eine Rolle bei körperlicher Aktivität?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sauerstofftransport im Blut</li> <li>• Sauerstoffkonzentration im Blut</li> <li>• Erythrozyten</li> <li>• Hämoglobin/ Myoglobin</li> <li>• Bohr-Effekt</li> </ul>	<p>stellen Methoden zur Bestimmung des Energieumsatzes bei körperlicher Aktivität vergleichend dar (UF4).</p>	<p><b>Film</b> zur Bestimmung des Grund- und Leistungsumsatzes  <b>Film</b> zum Verfahren der Kalorimetrie (Kalorimetrische Bombe / Respiratorischer Quotient)</p> <p><b>Diagramme</b> zum Sauerstoffbindungsvermögen in Abhängigkeit verschiedener Faktoren (Temperatur, pH-Wert) und Bohr-Effekt</p> <p><b>Arbeitsblatt</b> mit Informationstext zur Erarbeitung des Prinzips der Oberflächenvergrößerung durch Kapillarisation</p>	<p>Der Zusammenhang zwischen respiratorischem Quotienten und Ernährung wird erarbeitet.</p> <p>Der quantitative Zusammenhang zwischen Sauerstoffbindung und Partialdruck wird an einer sigmoiden Bindungskurve ermittelt.</p> <p>Der Weg des Sauerstoffs in die Muskelzelle über den Blutkreislauf wird wiederholt und erweitert unter Berücksichtigung von Hämoglobin und Myoglobin.</p>
<p><i>Wie entsteht und wie gelangt die benötigte Energie zu unterschiedlichen Einsatzorten in der Zelle?</i></p>	<p>erläutern die Bedeutung von NAD<sup>+</sup> und ATP für aerobe und</p>	<p><b>Arbeitsblatt</b> mit Modellen /Schemata zur Rolle des ATP</p>	<p>Die Funktion des ATP als Energie-Transporter wird verdeutlicht.</p>

<p><i>Systemebene: Molekül</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• NAD<sup>+</sup> und ATP</li> </ul>	<p>anaerobe Dissimilationsvorgänge (UF1, UF4).</p>		
<p><i>Wie entsteht ATP und wie wird der C6-Körper abgebaut?</i></p> <p><i>Systemebenen: Zelle, Molekül</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tracermethode</li> <li>• Glykolyse</li> <li>• Zitronensäurezyklus</li> <li>• Atmungskette</li> </ul>	<p>präsentieren eine Tracer-methode bei der Dissimilation adressatengerecht (K3).</p> <p>erklären die Grundzüge der Dissimilation unter dem Aspekt der Energieumwandlung mithilfe einfacher Schemata (UF3).</p> <p>beschreiben und präsentieren die ATP-Synthese im Mitochondrium mithilfe vereinfachter Schemata (UF2, K3).</p>	<p><b>Advance Organizer Arbeitsblatt</b> mit histologischen Elektronenmikroskopie-Aufnahmen und Tabellen</p> <p><b>Informationstexte</b> und <b>schematische Darstellungen</b> zu Experimenten von Peter Mitchell (chemi-osmotische Theorie) zum Aufbau eines Protonengradienten in den Mitochondrien für die ATP-Synthase (vereinfacht)</p>	<p>Grundprinzipien von molekularen Tracern werden wiederholt.</p> <p>Experimente werden unter dem Aspekt der Energieumwandlung ausgewertet.</p>
<p><i>Wie funktional sind bestimmte Trainingsprogramme und Ernährungsweisen für bestimmte Trainingsziele?</i></p> <p><i>Systemebenen: Organismus, Zelle, Molekül</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ernährung und Fitness</li> <li>• Kapillarisation</li> <li>• Mitochondrien</li> </ul> <p><i>Systemebene: Molekül</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Glycogenspeicherung</li> <li>• Myoglobin</li> </ul>	<p>erläutern unterschiedliche Trainingsformen adressatengerecht und begründen sie mit Bezug auf die Trainingsziele (K4).</p> <p>erklären mithilfe einer graphischen Darstellung die zentrale Bedeutung des Zitronensäurezyklus im Zellstoffwechsel (E6, UF4).</p>	<p><b>Fallstudien</b> aus der Fachliteratur (Sportwissenschaften)</p> <p><b>Arbeitsblatt</b> mit einem vereinfachten Schema des Zitronensäurezyklus und seiner Stellung im Zellstoffwechsel (Zusammenwirken von Kohlenhydrat, Fett und Proteinstoffwechsel)</p>	<p>Hier können Trainingsprogramme und Ernährung unter Berücksichtigung von Trainingszielen (Aspekte z.B. Ausdauer, Kraftausdauer, Maximalkraft) und der Organ- und Zellebene (Mitochondrienanzahl, Myoglobinkonzentration, Kapillarisation, erhöhte Glycogenspeicherung) betrachtet, diskutiert und beurteilt werden.</p> <p>Verschiedene Situationen können „durchgespielt“ werden.(z.B. die Folgen einer Fett-, Vitamin- oder Zuckerunterversorgung)</p>
<p><i>Wie wirken sich leistungssteigernde Substanzen auf den Körper aus?</i></p> <p><i>Systemebenen: Organismus, Zelle, Molekül</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formen des Dopings <ul style="list-style-type: none"> <li>– Anabolika</li> <li>– EPO</li> <li>– ...</li> </ul> </li> </ul>	<p>nehmen begründet Stellung zur Verwendung leistungssteigernder Substanzen aus gesundheitlicher und ethischer Sicht (B1, B2, B3).</p>	<p><b>Anonyme Kartenabfrage</b> zu Doping</p> <p><b>Informationstext</b> zu Werten, Normen, Fakten</p> <p><b>Informationstext</b> zum ethischen Reflektieren (nach Martens 2003)</p> <p><b>Exemplarische Aussagen</b> von Personen</p>	<p>Juristische und ethische Aspekte werden auf die ihnen zugrunde liegenden Kriterien reflektiert.</p>

		<p><b>Informationstext</b> zu EPO: Historische Fallbeispiele zum Einsatz von EPO (Blutdoping) im Spitzensport</p> <p><b>Weitere Fallbeispiele</b> zum Einsatz anaboler Steroide in Spitzensport und Viehzucht</p>	<p>Verschiedene Perspektiven und deren Handlungsoptionen werden erarbeitet, deren Folgen abgeschätzt und bewertet.</p> <p>Bewertungsverfahren und Begriffe werden geübt und gefestigt.</p>
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• KLP-Überprüfungsform: „Bewertungsaufgabe“ zur Ermittlung der Entscheidungskompetenz (B2) und der Kriterienermittlungskompetenz (B1) mithilfe von Fallbeispielen</li> <li>• ggf. Klausur.</li> </ul>			

## 4.2. Qualifikationsphase: Grundkurs

<p>UV GK-Ö1: Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen          Inhaltsfeld 4: Ökologie          Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten          Inhaltliche Schwerpunkte:          Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Fachliches Verfahren: Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal          Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:          Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)          Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)          Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)          Informationen aufbereiten (K)</p>		<p>Fachchaftsinterne Absprachen          Exkursion zu einer schulnahen Wiese</p> <p>Beiträge zu den Basiskonzepten:          Struktur und Funktion:          Kompartimentierung in Ökosystemebenen</p> <p>Steuerung und Regelung:          Positive und negative Rückkopplung ermöglichen Toleranz</p> <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:          Angepasstheit an abiotische und biotische Faktoren</p>	
Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren.</li> <li>• Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem (S5–7, K8).</li> <li>• untersuchen auf der Grundlage von Daten die physiologische und ökologische Potenz von Lebewesen (S7, E1-3, E9, E13).</li> </ul>	<p><b>Welche Forschungsgebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Ökologie?</b> (ca. 3 Ustd.)</p> <p><b>Inwiefern bedingen abiotische Faktoren die Verbreitung von Lebewesen?</b> (ca. 5 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i>  <b>Modellökosysteme, z.B. Flaschengarten</b>  <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktivierung des Vorwissens zu zentralen Begriffen der Ökologie (→ SI)</li> <li>• Darstellung des Wirkungsgefüges von Umweltfaktoren, Lebensvorgängen und Wechselbeziehungen von Lebewesen im gewählten Modellökosystem mit Hilfe einer Concept Map</li> <li>• Präsentation der Zusammenhänge unter Berücksichtigung kausaler Erklärungen und der Vernetzung von Systemebenen (S5–7, K8)</li> <li>• Präsentation zentraler Fragestellungen und Forschungsgebiete der Ökologie, die bei der Untersuchung des Zusammenwirkens von abiotischen und biotischen Faktoren im Verlauf der Unterrichtsvorhaben zur Ökologie eine Rolle spielen (Advance Organizer)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Eine Frage der Perspektive – Für Wüstenspringmäuse ist die Wüste kein extremer Lebensraum</b>  <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellung eines Zusammenhangs zwischen einer langfristigen standortspezifischen Verfügbarkeit / Intensität eines Umweltfaktors und den entsprechenden Angepasstheiten bei Tieren am Beispiel des Umweltfaktors Wasser (ggf. Reaktivierung des Vorwissens zu morphologischen und physiologischen Angepasstheiten bei Pflanzen → UV 3)</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz,</li> <li>• Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische Potenz</li> <li>• Ökologische Nische</li>   <li>• Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen,</li> <li>• Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren die Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- und interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6–K8).</li> <li>• erläutern die ökologische Nische als Wirkungsgefüge (S4, S7, E17, K7, K8).</li>   <li>• bestimmen Arten in einem ausgewählten Areal und begründen ihr Vorkommen mit dort erfassten ökologischen Faktoren (E3, E4, E7–9, E15, K8).</li> <li>• analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14).</li> </ul>	<p><b>Welche Auswirkungen hat die Konkurrenz um Ressourcen an realen Standorten auf die Verbreitung von Arten?</b> (ca. 5 Ustd.)</p> <p><b>Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden?</b> (ca. 3 Ustd.) + Exkursion</p>	<p><b>Stoffwechselphysiologie)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretation von Toleranzkurven eurythermer und stenothermer Lebewesen.</li> <li>• Erklärung der unterschiedlichen physiologischen Temperaturtoleranz ausgewählter Lebewesen unter Berücksichtigung des Basiskonzepts Steuerung und Regelung</li> <li>• Erweiterung des Konzepts der physiologischen Toleranz durch die Analyse von Daten aus Mehrfaktorenexperimenten, kritische Betrachtung der Übertragbarkeit der in Laborversuchen gewonnenen Daten auf die Situation im Freiland (E13)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Vergleich der Standortbedingungen für ausgewählte Arten in Mono- und Mischkultur</b> <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erläuterung des Konkurrenzbegriffs am Beispiel der intra- und der interspezifischen Konkurrenz, z. B. von Baumarten oder Gräsern in Mono- und Mischkultur (S7)</li> <li>• Erklärung der ökologischen Potenz mit dem Zusammenwirken von physiologischer Toleranz und der Konkurrenzstärke um Ressourcen (E9, K6–8)</li> <li>• Erläuterung des Konzepts der „ökologischen Nische“ als Wirkungsgefüge aller biotischen und abiotischen Faktoren, die das Überleben der Art ermöglichen (vertiefende Erarbeitung der Merkmale interspezifischer Beziehungen → UV 2 Ökologie)</li> <li>• Herausstellen der Mehrdimensionalität des Nischenmodells und der ultimativen Erklärung der Einnischung (K7, E17)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Fettwiese oder Magerrasen? – Zeigerpflanzen geben Aufschluss über den Zustand von Ökosystemen</b> <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfassung von Arten auf einer schulnahen Wiese unter Verwendung eines Bestimmungsschlüssels (ggf. digital) und Recherche der Zeigerwerte dominanter Arten, Aufstellen von Vermutungen zur Bodenbeschaffenheit (E3, E4, E7–9) [1]</li> <li>• Sensibilisierung für den Zusammenhang von Korrelation und Kausalität (K8) und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses (E15)</li> <li>• Internetrecherche zur ökologischen Problematik von intensiver Grünlandbewirtschaftung (Fettwiesen), Begründung von Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen von heimischen, artenreichen Magerwiesen (K11–14) [2,3]</li> </ul>

Weiterführende Materialien:



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

Letzter Zugriff auf die URL: 13.01.2023

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

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

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interspezifische Beziehungen: Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen</li> <li>• Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6-K8).</li> <li>• erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10).</li> </ul>	<p><i>In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar?</i> (ca. 5 Ustd.)</p> <p><i>Wie können Aspekte der Nachhaltigkeit im Ökosystemmanagement verankert werden?</i> (ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i>  <b>Gut vernetzt – Wechselwirkungen in Biozöosen</b>  <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung der charakteristischen Merkmale von Konkurrenz (→ UV1 Ökologie), Räuber-Beute-Beziehung, Parasitismus, Mutualismus und Symbiose an aussagekräftigen Beispielen. Ggf. Präsentationen zu den Wechselwirkungen unter Berücksichtigung der Fachsprache und der Unterscheidung von funktionalen und kausalen Erklärungen (K6, K8)</li> <li>• Analyse der Angepasstheiten ausgewählter interagierender Arten auf morphologischer und physiologischer Ebene, z. B. bei Symbiose (K7)</li> <li>• Analyse von Daten zu Wechselwirkungen und Bildung von Hypothesen zur vorliegenden Beziehungsform [1], Reflexion der Datenerfassung (z. B. Diskrepanz zwischen Labor- und Freilandbedingungen, Methodik) (E9)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Pestizideinsatz in der Landwirtschaft</b>  <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse eines Fallbeispiels zur chemischen Schädlingsbekämpfung mit Pestizideinsatz (K12)</li> <li>• Erläuterung des Konflikts zwischen ökonomisch rentabler Umweltnutzung und Biodiversitätsschutz beim Einsatz von Pestiziden in der Landwirtschaft und Diskussion von Handlungsoptionen als Privatverbraucher (K14, B2, B5, B10) [2]</li> </ul>

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 13.01.2023

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

<b>UV GK-S1: Energieumwandlung in lebenden Systemen</b> <b>Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie</b> Zeitbedarf: ca. 5 Unterrichtsstunden à 45 Minuten <b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen</li> </ul> <b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b> Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)		Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse zeitgleich in einer Zelle.  Stoff- und Energieumwandlung: Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen	
• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieumwandlung</li> <li>• Energieentwertung</li> <li>• Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel</li> <li>• ATP-ADP-System</li> <li>• Stofftransport zwischen den Kompartimenten</li> <li>• Chemiosmotische ATP-Bildung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9).</li> </ul>	<b>Wie wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in nutzbare Energie um?</b> (ca. 5 Ustd.)	<b>Kontext:</b> <b>Leben und Energie - Lebensvorgänge in Zellen können nur mit Energiezufuhr ablaufen.</b> <b>Zentrale Unterrichtssituationen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktivierung des Vorwissens zur Energieumwandlung in lebenden Systemen (→EF), insbesondere: Zusammenhang von abbauendem und aufbauendem Stoffwechsel, energetische Kopplung von Reaktionen, Bedeutung der Moleküle NADH+H<sup>+</sup> und ATP</li> <li>• Erarbeitung des Modells eines technischen Kraftwerks (z.B. Pumpspeicherkraftwerk) zur Verdeutlichung der Energieumwandlung, dabei Aktivierung von Vorwissen zum Energieerhaltungssatz (→Physik Sek I) [1]</li> <li>• Beschreibung der grundlegenden Funktionsweise des Transmembranproteins ATP-Synthase in lebenden Systemen</li> <li>• Übertragung der Modellvorstellung des Pumpspeicherkraftwerkes auf die Zelle: Die elektrische Energie entspricht der chemischen Energie des ATP, die Turbine entspricht der ATP-Synthase [2]</li> </ul> <b>Anmerkung:</b> Für die verbindliche Reihenfolge im Curriculum beschließt die Fachschaft, hier entweder UV 2 (Zellatmung) oder UV 3 (Fotosynthese) anzuschließen. In diesem Vorschlag wird mit UV 2 (Zellatmung) begonnen und UV 3 (Fotosynthese) in zeitlicher Nähe des nachfolgenden Inhaltsfeldes Ökologie unterrichtet.

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor

einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtigte) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]

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

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Feinbau Mitochondrium</li> <li>• Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäure-zyklus und Atmungskette</li> <li>• Redoxreaktionen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9).</li> </ul>	<p><b>Wie kann die Zelle durch den schrittweisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen?</b></p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Keine Power ohne Nahrung – Bei heterotrophen Organismen ist die ATP-Synthese an die Oxidation von Nährstoffmolekülen gekoppelt. [1]</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktivierung des Vorwissens zum Feinbau von Mitochondrien und Skizze eines Schaubildes mit den wesentlichen Schritten der Zellatmung und deren Verortung in Zellkompartimenten, sukzessive Ergänzung des Schaubildes im Verlauf des Unterrichts (K9)</li> <li>• Beschreibung der Glykolyse als ersten Schritt des Glucoseabbaus, dabei Fokussierung auf die Entstehung von Energie- und Reduktionsäquivalenten sowie die Oxidation zu Pyruvat als Endprodukt der Glykolyse</li> <li>• Beschreibung des oxidativen Abbaus von Pyruvat zu Kohlenstoffdioxid in den Mitochondrien durch oxidative Decarboxylierung und die Prozesse im Tricarbonsäurezyklus, dabei Fokussierung auf die Reaktionen, in denen Reduktionsäquivalente und ATP gebildet werden</li> <li>• Aufstellung einer Gesamtbilanz aus den ersten drei Schritten und Abgleich mit der Bruttogleichung der Zellatmung Hinweis: Strukturformeln der Zwischenprodukte müssen nicht reproduziert werden können.</li> <li>• Veranschaulichung des Elektronentransports in der Atmungskette und des</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Stoffwechselregulation auf Enzymebene</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels (S7, E1–4, E11, E12).</li> <li>nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1–4, B5, B7, B9).</li> </ul>	<p><b>Wie beeinflussen Nahrungsergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel?</b></p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p>	<p>Protonentransports durch die Membran anhand einer vereinfachten Darstellung (K9)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse der Bedeutung der Verfügbarkeit von Sauerstoff als Endakzeptor der Elektronen und NADH+H<sup>+</sup> als Elektronendonator zur Aufrechterhaltung des Protonengradienten</li> <li>Vervollständigung des Übersichtsschemas und Aufstellen einer Gesamtbilanz der Zellatmung (K9)</li> </ul> <p>Kontext:  <b>Mikronährstoffpräparate beim Sport – Lifestyle oder notwendige Ergänzung?</b></p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reaktivierung des Vorwissens zu enzymatischen Reaktionen und der Enzymregulation durch Aktivatoren und Inhibitoren unter Verwendung einfache, modellhafter Abbildungen (→EF)</li> <li>Reaktivierung der Kenntnisse zu Cofaktoren am Beispiel von Mineralstoff- oder Vitaminpräparaten als Nahrungsergänzungsmittel (NEM) [2, 3]</li> <li>angeleitete Recherche zu NEM beim Sport, hierbei besondere Fokussierung auf Quellenherkunft und Intention der Autoren (K4) [4]</li> <li>Bewertungsprozess: Abwägung von Handlungsoptionen und kriteriengeleitete Meinungsbildung sowie Entscheidungsfindung (B9) [5]</li> </ul>

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform

möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtigte) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]

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

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11).</li> </ul>	<p><b>Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von Pflanzen abhängig?</b></p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Solarenergie sichert unsere Ernährung – Pflanzen sind Selbstversorger und Primärproduzenten</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktivierung der Bruttogleichung der Fotosynthese (→ Sek I) und Beschreibung der Stärke- und Sauerstoffproduktion als ein Maß für die Fotosyntheseaktivität.</li> <li>• Messung der Sauerstoffproduktion bei der Wasserpest, z. B. mithilfe einer Farbreaktion [1] oder bei Efeu [2], dabei Variation der äußeren Faktoren und Berücksichtigung der Variablenkontrolle (E6)</li> <li>• Auswertung der Ergebnisse, Abgleich mit Literaturwerten und Rückbezug auf Hypothesen (E 9–11)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionale Anpassungen: Blattaufbau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären funktionale Anpassungen an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4, S5, S6, E3, K6–8).</li> </ul>	<p><b>Welche Blattstrukturen sind für die Fotosynthese von Bedeutung?</b></p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Stärkenachweis in panaschierten Blättern – die Fotosynthese findet nur in grünen Pflanzenteilen statt</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktivierung der Kenntnisse zum Aufbau eines Laubblatts (→EF), Erläuterung der</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionale Anpassungen: Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, Feinbau Chloroplast</li> <li>• Chromatografie</li>   <li>• Chemiosmotische ATP-Bildung</li> <li>• Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen,</li> <li>• Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration</li> <li>• Zusammenhang von aufbauendem und</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären das Wirkungsspektrum der Photosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13).</li>   <li>• erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der Photosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht (S2, S7, E2, K9).</li> </ul>	<p><b>Welche Funktionen haben Photosynthesepigmente?</b> (ca. 3 Ustd.)</p> <p><b>Wie erfolgt die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie?</b> (ca. 7 Ustd.)</p>	<p>morphologischen Strukturen, die für die Fotosyntheseaktivität von Landpflanzen bedeutend sind</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erläuterung von Struktur-Funktions-Zusammenhängen für unterschiedliche Gewebe im schematischen Blattquerschnitt, dabei Berücksichtigung der Versorgung fotosynthetisch aktiver Zellen mit Kohlenstoffdioxid, Wasser und Lichtenergie</li> <li>• Mikroskopie eines Abziehpräparats der unteren Blattepidermis und Hypothesenbildung zur Regulation des Gasaustausches und der Transpiration durch Schließzellen [3]</li> <li>• Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zu Anpassungen von Sonnen- und Schattenblättern (E3), Auswertung von Daten zur Fotosyntheserate</li> <li>• ggf. Korrektur finaler Erklärungen der Anpassungen (K7)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Der ENGELMANN-Versuch- Die Fotosyntheseleistung ist abhängig von der Wellenlänge des Lichts.</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswertung des ENGELMANN-Versuchs und Erklärung des ungleichmäßigen Bakterienwachstums entlang der fädigen Alge [4]</li> <li>• Herstellen eines Zusammenhangs zwischen dem Absorptionsspektrum einer Rohchlorophylllösung und dem Wirkungsspektrum der Photosynthese</li> <li>• Sachgemäße Durchführung der DC-Chromatografie und Identifikation der Pigmente [5] (E4)</li> <li>• Wiederholung des Feinbaus eines Chloroplasten und Verortung der Pigmente in der Thylakoidmembran</li> <li>• Reflexion des Erkenntnisgewinnungsprozesses (z.B. Einsatz analytischer Verfahren, historischer Experimente und Modelle) (E13)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Chloroplasten als Lichtwandler – Wie erfolgt die Synthese von Glucose mit Hilfe von Sonnenlicht?</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstellung eines Übersichtsschemas für die Photosynthese mit einer Unterteilung in Primärreaktion und Sekundärreaktion unter Berücksichtigung der Energieumwandlung von Lichtenergie in ATP und der Bildung von Glucose unter ATP-Verbrauch (K9)</li> <li>• Erläuterung der wesentlichen Vorgänge in der Lichtreaktion (Fotolyse des Wassers, Elektronentransport und Bildung von NADPH+ H<sup>+</sup>) anhand eines einfachen Schaubildes, Reaktivierung der Kenntnisse zur chemiosmotischen ATP-Bildung (→UV1)</li> </ul>



• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
abbauendem Stoffwechsel			<ul style="list-style-type: none"> <li>Erläuterung der Teilschritte des CALVIN-Zyklus, dabei Fokussierung auf die Kohlenstoffdioxidfixierung durch das Enzym Rubisco, das Recyclingprinzip von Energie- und Reduktionsäquivalenten sowie auf die Bedeutung zyklischer Prozesse</li> <li>Vervollständigung des Übersichtsschemas zur Veranschaulichung des stofflichen und energetischen Zusammenhangs der Teilreaktionen</li> <li>Darstellung des Zusammenwirkens von Chloroplasten und Mitochondrien in einer Pflanzenzelle für die Aufrechterhaltung der Lebensvorgänge in einer Pflanzenzelle</li> </ul>

#### Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

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

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

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5).</li> </ul>	<b><i>In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften durch Energiefluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbindung?</i></b> (ca. 4 Ustd.)	<b>Kontext:</b> <b>Nahrungsbeziehungen und ökologischer Wirkungsgrad</b> <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktivierung der Kenntnisse zu Nahrungsnetzen und Trophieebenen (→ SI) anhand der Betrachtung eines komplexen Nahrungsnetzes, Fokussierung auf die Stabilität artenreicher Netze und Hypothesenbildung zur begrenzten Anzahl an Konsumentenordnungen (S4)</li> <li>• Erläuterung der Bedeutung der einzelnen Trophieebenen in Stoffkreisläufen (→ IF Stoffwechselphysiologie)</li> <li>• Interpretation der Unterschiede der Stoffspeicherung und des Stoffflusses in terrestrischen und aquatischen Systemen anhand von Biomassepyramiden und Produktionswertpyramiden (K5, E14)</li> <li>• Interpretation von grafischen Darstellungen zum Energiefluss in einem Ökosystem unter Berücksichtigung des ökologischen Wirkungsgrads der jeweiligen Trophieebene</li> <li>• Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der modellhaften Darstellungen (E12)</li> <li>• ggf. Anwendung der erworbenen Kenntnisse am Beispiel des Flächen- und Energiebedarfs für die Fleischproduktion auf Grundlage von Untersuchungsbefunden (E14) [1]</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem:</li> </ul>		<b><i>Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des</i></b>	<b>Kontext:</b> <b>Kohlenstoffkreislauf und Klimaschutz</b> <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kohlenstoffkreislauf</li> <li>Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern geografische, zeitliche und soziale Auswirkungen des anthropogen bedingten Treibhauseffektes und entwickeln Kriterien für die Bewertung von Maßnahmen (S3, E16, K14, B4, B7, B10, B12).</li> </ul>	<p><b>Klimawandels relevant?</b> (ca. 2 Ustd.)</p> <p><b>Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden?</b> (ca. 3 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Darstellung der Austauschwege im Kohlenstoffkreislauf zwischen den Sphären der Erde (Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre, Biosphäre) [2,3]</li> <li>Unterscheidung von langfristigem und kurzfristigem Kohlenstoffkreislauf und Erläuterung der Umweltschädlichkeit von fossilen Energiequellen in Bezug auf die Erderwärmung (E14)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Aktuelle Debatte um den Einfluss des Menschen auf den Klimawandel</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Angeleitete Recherche zu den geografischen, zeitlichen und sozialen Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffekts sowie zu den beschlossenen Maßnahmen [4]</li> <li>Entwicklung von Kriterien für die Bewertung der Maßnahmen unter Berücksichtigung der Dimensionen für globale Entwicklung (Umwelt, Soziales, Wirtschaft) sowie Abschätzung der Wirksamkeit der Maßnahmen (B4, B7, K14, B12)</li> <li>Erkennen der Grenzen der wissenschaftlichen Wissensproduktion und der Akzeptanz vorläufiger und hypothetischer Aussagen, die auf einer umfassenden Datenanalyse beruhen (E16)</li> </ul>

#### Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 13.01.2023

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

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

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

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau und Funktionen von Nervenzellen: Aktionspotenzial</li> <li>• Potenzialmessungen</li>   <li>• Bau und Funktionen von Nervenzellen: Erregungsleitung</li> </ul>	<p>Aufrechterhaltung und Beeinflussung des Ruhepotenzials (S4, E3).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14).</li>   <li>• vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an (S6, E1–3).</li> </ul>		<p><b>Nervenzellen unter Spannung: Die Ionentheorie des Ruhepotenzials</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiederholung der Transportmechanismen an Membranen (→ EF)</li> <li>• Klärung der Bedeutung der Ladungsverteilung an der Axonmembran unter Berücksichtigung des chemischen und elektrischen Potenzials, z. B. am Beispiel Gemeiner Kalmar (<i>Loligo vulgaris</i>)</li> <li>• Entwicklung von Hypothesen zur Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials und Erläuterung der Bedeutung von Natrium-Kalium-Ionenpumpen</li> <li>• Auswertung eines Experiments zur Beeinflussung des Ruhepotenzials (z. B. USING-Kammer: [2])</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Neuronen in Aktion: Schnelle und zielgerichtete Informationsweiterleitung</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. Einstieg: Reaktionstest mit Lineal [3]</li> <li>• Erläuterung der Veränderungen der Ionenverteilung an der Membran beim Wechsel vom Ruhe- zum Aktionspotenzial, Phasen des Aktionspotenzials, korrekte Verwendung der Fachsprache</li> <li>• Beschreibung einer Versuchsanordnung zur Untersuchung von Potenzialänderungen an Neuronen</li> <li>• begründete Zuordnung von molekularen Vorgängen an der Axonmembran zu den passenden Kurven-Diagrammen (Potenzialmessung) [4, 5]</li> <li>• Auswertung eines Experiments zur Erforschung oder Beeinflussung des Aktionspotenzials, z. B. durch Blockade der spannungsgesteuerten Ionenkanäle</li> <li>• ggf. Vertiefung der Kenntnisse zur Informationsweiterleitung durch Bearbeitung der IQB-Aufgabe Schmerzen [6]</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Vergleich von sofortigem und langsam einsetzendem Schmerz</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung des Phänomens der unterschiedlich schnellen Schmerzwahrnehmung, Aufstellen einer Forschungsfrage und Hypothesenbildung [7]</li> <li>• modellgestützte Erarbeitung der beiden Erregungsleitungstypen und tabellarische Gegenüberstellung von schnellen A<math>\delta</math>-Fasern und langsameren C-Fasern [8]</li> <li>• Erarbeitung der zwei grundsätzlichen Möglichkeiten einer Steigerung der Weiterleitungsgeschwindigkeit, z. B. anhand einer Datentabelle: Erhöhung des Axondurchmessers (Bsp. <i>Loligo vulgaris</i>) oder Myelinisierung</li> </ul>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse</li> <li>Stoffeinwirkung an Synapsen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erklären die Erregungsübertragung an einer Synapse und erläutern die Auswirkungen exogener Substanzen (S1, S6, E12, K9, B1, B6).</li> <li>erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14).</li> <li>nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9).</li> </ul>	<p><b>Wie erfolgt die Informationsweitergabe zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese beeinflusst werden?</b></p> <p>(ca. 8 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Funktionsweise von Synapsen und deren Beeinflussung (z. B. durch Botox)</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Modellhafte Darstellung der Funktionsweise einer chemischen Synapse und Überführung in eine andere Darstellungsform, z. B. Erklärfilm oder Fließschema [9]</li> <li>Vertiefung der Funktion einer neuromuskulären Synapse durch Erarbeitung der Einwirkung von z. B. Botox, Berücksichtigung von Messwerten an einer unbehandelten und einer behandelten Synapse</li> <li>Zuordnung des möglichen Wirkortes verschiedener exogener Stoffen an der Synapse, etwa am Beispiel der Conotoxine [10]; Ergänzung des Erklärfilms oder Fließschemas</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können [11, 12, 13] Hinweis: Neben den übergeordneten Kompetenzerwartungen B5–9 bietet es sich hier an, [14], ggf. weitere Bewertungskompetenzen in den Blick zu nehmen.</li> </ul>

#### Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8273">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8273</a>	Arbeitsmaterial „Bau und Funktion von Neuronen“
2	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8268">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8268</a>	Arbeitsmaterial „Ruhepotenzial - Theoretische Modellexperimente (Ussing-Kammer)“
3	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6081">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6081</a>	Zusatzmaterial „Experiment Reaktionstest“
4	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366</a>	Arbeitsmaterial „Entstehung eines Aktionspotenzials“
5	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6082">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6082</a>	Zusatzmaterial „Aktionspotenzial“
6	<a href="https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getTaskFile?id=p10^SchmerzN^f20767">https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getTaskFile?id=p10^SchmerzN^f20767</a>	IQB-Aufgabe „Schmerz“: grundlegendes Niveau (M1 und M3)

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
7	<a href="https://www.dasgehirn.info/krankheiten/schmerz/wie-schmerz-ins-gehirn-gelangt">https://www.dasgehirn.info/krankheiten/schmerz/wie-schmerz-ins-gehirn-gelangt</a>	Informationen zur Schmerzwahrnehmung
8	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366</a>	Arbeitsmaterial zur Erregungsweiterleitung
9	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5369">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5369</a>	Arbeitsmaterial zur Funktionsweise einer chemischen Synapse
10	<a href="https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getTaskFile?id=p01^giftcocktailmeeresschnecke^f21794">https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getTaskFile?id=p01^giftcocktailmeeresschnecke^f21794</a>	IQB-Aufgabe „Giftcocktail von Meeresschnecken“
11	<a href="https://www.ndr.de/ratgeber/gesundheit/Cannabis-Wirksames-Medikament-bei-chronischen-Schmerzen.cannabis212.html">https://www.ndr.de/ratgeber/gesundheit/Cannabis-Wirksames-Medikament-bei-chronischen-Schmerzen.cannabis212.html</a>	Informationen und kurzer Film zu Cannabis in der Schmerztherapie
12	<a href="https://www.kssg.ch/schmerzzentrum/fuer-patienten-besucher/faq-cannabis-der-schmerztherapie">https://www.kssg.ch/schmerzzentrum/fuer-patienten-besucher/faq-cannabis-der-schmerztherapie</a>	FAQ des Kantonsspitals St. Gallen zur Schmerztherapie mit Cannabis
13	<a href="https://www.bfarm.de/SharedDocs/Downloads/DE/Bundesopiumstelle/Cannabis/Vortrag_Cannabis_Begleiterhebung.pdf?__blob=publicationFile">https://www.bfarm.de/SharedDocs/Downloads/DE/Bundesopiumstelle/Cannabis/Vortrag_Cannabis_Begleiterhebung.pdf?__blob=publicationFile</a>	Hintergrundinformationen zu Cannabis als Medizin aus der Begleiterhebung zum Gesetz von 2017
14	<a href="https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getPoolFile?id=p01^pf21740">https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getPoolFile?id=p01^pf21740</a>	Erläuterungen des IQB zum Kompetenzbereich Bewertung

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

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

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

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Synthetische Evolutionstheorie: Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>begründen die Veränderungen im Genpool einer Population mit der Wirkung der Evolutionsfaktoren (S2, S5, S6, K7).</li> </ul>	<p><b>Wie lassen sich Veränderungen im Genpool von Populationen erklären?</b>          (ca. 5 Ustd.)</p>	<p>Kontext:  <b>Schnabelgrößen bei Populationen von Vögeln (z. B. beim Mittleren Grundfink oder Purpurastrilden)</b>          zentrale Unterrichtssituationen:</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltliche Aspekte</li> </ul>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Synthetische Evolutionstheorie: adaptiver Wert von Verhalten, Kosten-Nutzen-Analyse, reproduktive Fitness</li> <li>Synthetische Evolutionstheorie: Koevolution</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8).</li> <li>erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8).</li> </ul>	<p><b>Welche Bedeutung hat die reproduktive Fitness für die Entwicklung von Angepasstheiten?</b> (ca. 2 Ustd.)</p> <p><b>Wie kann die Entwicklung von angepassten Verhaltensweisen erklärt werden?</b> (ca. 2 Ustd.)</p> <p><b>Wie lässt sich die Entstehung von Sexualdimorphismus erklären?</b> (ca. 2 Ustd.)</p> <p><b>Welche Prozesse laufen bei der Koevolution ab?</b> (ca. 2 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formulierung von Fragen zur Entwicklung der Merkmalsverteilung bei den Schnabelgrößen und Ableitung von Hypothesen zu den möglichen Ursachen</li> <li>Erklärung der Variation durch Mutation und Rekombination und der Verschiebung der Merkmalsverteilung in der Population durch Selektion</li> <li>Analyse der Bedeutung von Zufallsereignissen wie Gendrift und ihrem Einfluss auf die Allelvielfalt von Populationen</li> <li>Erläuterung der Zusammenhänge zwischen den Veränderungen von Merkmalsverteilungen auf phänotypischer Ebene und den Verschiebungen von Allelfrequenzen auf genetischer Ebene unter Berücksichtigung ultimativer und proximativer Ursachen und der Vermeidung finaler Begründungen</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Abtransport leerer Eierschalen in Lachmöwenkolonien (TINBERGEN-Experiment)</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Formulierung von Fragen zur Entwicklung des Verhaltens in Lachmöwen-Kolonien und Ableitung von Hypothesen unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse [1]</li> <li>Erläuterung des adaptiven Wertes von Verhalten unter Einbezug der reproduktiven Fitness und Berücksichtigung der Umweltbedingungen. Berücksichtigung proximativer und ultimativer Ursachen und Vermeidung finaler Begründungen [1]</li> <li>Reflexion der verwendeten Fachsprache im Hinblick auf die Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Rothirsch-Geweih und Pfauenrad</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zum Sexualdimorphismus</li> <li>Erläuterung der intrasexuellen und intersexuellen Selektion mithilfe einer Kosten-Nutzen-Analyse sowie der reproduktiven Fitness unter Vermeidung finaler Begründungen</li> <li>Reflexion der Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen sowie der Berücksichtigung ultimativer und proximativer Ursachen</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Orchideen-Schwärmer und Stern von Madagaskar (Bestäuber-Blüte-Koevolution)</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anwendung der Synthetischen Evolutionstheorie auf das System Bestäuber-Blüte unter Berücksichtigung der jeweiligen Selektionsvorteile und Selektionsnachteile für</li> </ul>



• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
			<p>die beiden Arten sowie Vermeidung finaler Begründungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ableitung einer Definition für Koevolution und Erläuterung verschiedener koevolu- tiver Beziehungen unter Berücksichtigung ultimativer und proximativer Ursachen und Vermeidung finaler Aussagen</li> <li>• Zusammenfassung der Erklärungsansätze für evolutive Prozesse auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung der Fachsprache</li> </ul>

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

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

• Inhaltliche Aspekte	<u>Konkretisierte Kompetenzerwartungen</u> <u>Schülerinnen und Schüler...</u>	Sequenzierung: Leitfragen	<u>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stammbäume und Verwandtschaft: Artbildung, Biodiversität,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären Prozesse des Artwandels und der Artbildung mithilfe der Synthetischen Evolutionstheorie (S4, S6, S7, E12, K6, K7)</li> </ul>	<p><b>Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen?</b> (ca. 4 Ustd.)</p>	<p>Kontext: <b>Vielfalt der Finken auf den Galapagos-Inseln</b> zentrale Unterrichtssituationen:</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltliche Aspekte</li> </ul>	<p align="center"><b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</b></p>	<p align="center"><i>Sequenzierung: Leitfragen</i></p>	<p align="center"><b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>populationsgenetischer Artbegriff, Isolation</li> <li>molekularbiologische Homologien, ursprüngliche und abgeleitete Merkmale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8).</li> <li>analysieren phylogenetische Stammbäume im Hinblick auf die Verwandtschaft von Lebewesen und die Evolution von Genen (S4, E2, E10, E12, K9, K11).</li> </ul>	<p><b>Welche molekularen Merkmale deuten auf eine phylogenetische Verwandtschaft hin?</b> (ca. 3 Ustd.)</p> <p><b>Wie lässt sich die phylogenetische Verwandtschaft auf verschiedenen Ebenen ermitteln, darstellen und analysieren?</b> (ca. 4 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zur Evolution der Darwin-Finken unter Verwendung der Fachsprache</li> <li>Erläuterung der adaptiven Radiation der Finkenarten auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung des Konzepts der ökologischen Nische sowie der Vernetzung verschiedener Systemebenen</li> <li>Ableitung des morphologischen, biologischen und populationsgenetischen Artbegriffs und Anwendung auf Prozesse der allopatrischen und sympatrischen Artbildung</li> <li>Erläuterung der Bedeutung prä- und postzygotischer Isolationsmechanismen</li> <li>Reflexion der ultimatsten und proximatsten Ursachen für Artwandel und Artbildung und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der genutzten Modelle</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Universalhomologien und genetische Variabilität – ein Widerspruch?</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ableitung der molekularen Ähnlichkeiten aller Lebewesen auf DNA-, RNA- und Proteinebene sowie in Bezug auf grundsätzliche Übereinstimmungen bei der Proteinbiosynthese</li> <li>Deutung molekularbiologischer Homologien bei konservierten Genen einerseits und sehr variablen Genen andererseits bei Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen</li> <li>Ableitung phylogenetischer Verwandtschaften auf Basis des Sparsamkeitsprinzips und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Ein ausgestorbenes Säugetier mit ungewöhnlichen Merkmalen: Macrauchenia</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zur Verwandtschaft von Macrauchenia mit rezenten Wirbeltieren bzw. Huftieren auf der Basis morphologischer Vergleiche [1]</li> <li>Deutung der molekularen Ähnlichkeiten des Kollagens und Analyse des phylogenetischen Stammbaums unter Berücksichtigung möglicher Fehlerquellen</li> <li>Erläuterung der Verwendung morphologischer und molekularer Daten zur Erstellung von Stammbäumen und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Vielfalt einer Genfamilie (z. B. Hämoglobin-Gene)</b></p>

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

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6092">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6092</a>	In diesem Zusatzmaterial sind Sachinformationen für Lehrkräfte zur Evolution der vor etwa 10 000 Jahren ausgestorbenen Gattung Macrauchenia zusammengefasst, deren systematische Zugehörigkeit durch molekulare Analysen ermittelt werden konnte.
2	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6077">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6077</a>	Dieses Zusatzmaterial erläutert durch Sachinformationen für Lehrkräfte, wie ausgehend von einer vorliegenden Klausuraufgabe die konvergente Entwicklung molekularer Anpassungen im Unterricht erarbeitet werden kann.

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

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

<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltliche Aspekte</li> </ul>	<p align="center"><b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen</b></p> <p align="center"><b>Schülerinnen und Schüler...</b></p>	<p align="center"><i>Sequenzierung: Leitfragen</i></p>	<p align="center"><b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal:</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8).</li> </ul>	<p><b>Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen bei der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten?</b></p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p> <p><b>Wie können sich Veränderungen der DNA auf die Genprodukte und den Phänotyp auswirken?</b></p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau von Proteinen (→ EF) und Erarbeitung des Problems der Codierung bzw. Decodierung von Informationen auf DNA-Ebene, RNA-Ebene und Proteinebene (Bezug zum Basiskonzept Information und Kommunikation und auch Struktur und Funktion)</li> <li>Erstellung eines Fließschemas zum grundsätzlichen Ablauf der Proteinbiosynthese (→ SI) unter Berücksichtigung der DNA-, RNA-, Polypeptid- und Proteinebene zur Strukturierung der Informationen</li> <li>Erläuterung des Ablaufs der Transkription z. B. anhand einer Animation (<b>Eigenschaften und Funktionen der RNA-Polymerase, Erkennen der Transkriptionsrichtung</b>) unter Anwendung der Fachsprache</li> <li>Erläuterung des Vorgangs der Translation ausgehend von unterschiedlichen modellhaften Darstellungen und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modelle unter Berücksichtigung gemeinsam formulierter Kriterien</li> <li>Erarbeitung der Eigenschaften des genetischen Codes und Anwendung der Code-sonne unter Rückbezug auf das erstellte Fließschema [ggf. 3]</li> <li>Berücksichtigung des Energiebedarfs der Proteinbiosynthese (Bezug zum Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung)</li> <li>Begründung der Verwendung des Begriffs Genprodukt anhand der Gene für tRNA und rRNA</li> </ul> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Transkription und Translation bei Eukaryoten</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aktivierung von Vorwissen zu Kompartimentierung und Organellen (→ EF) und Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zum Ablauf der Proteinbiosynthese bei Eukaryoten</li> <li>Erläuterung modellhafter Darstellungen der Genstruktur (Exons/Introns), Prozessierung der prä-mRNA zur reifen mRNA sowie alternatives Spleißen, posttranslationale Modifikation</li> <li>Erstellung einer kriteriengeleiteten Tabelle zum Vergleich der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten</li> <li>Reflexion der größeren Komplexität der Prozesse bei eukaryotischen Zellen im Zusammenhang mit der Kompartimentierung sowie der Differenzierung von Zellen und Geweben (<b>Basiskonzept Struktur und Funktion, Stoff- und Energieumwandlung</b>)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Resistenzen bei Eukaryoten (z. B. Herzglykosid-Resistenz beim Monarchfalter)</b></p> <p>[5]</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p>

• Inhaltliche Aspekte	<u>Konkretisierte Kompetenzerwartungen</u> <u>Schülerinnen und Schüler...</u>	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p>Genmutationen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erklären die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren und DNA-Methylierung (S2, S6, E9, K2, K11).</li> </ul>	<p><b>Wie wird die Genaktivität bei Eukaryoten gesteuert?</b> (ca. 7 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aktivierung von Vorwissen zu Genommutationen, Chromosomenmutationen (→ Sek I, → EF)</li> <li>Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zur Ursache der Resistenz unter Berücksichtigung der verschiedenen Systemebenen (molekulare Ebene bis Ebene des Organismus)</li> <li>Ableitung der verschiedenen Typen von Genmutationen unter Berücksichtigung der molekularen Ebenen (DNA, RNA, Protein) sowie der phänotypischen Auswirkungen auf Ebene der Zelle bzw. des Organismus (Einbezug der Basiskonzepte Struktur und Funktion und Information und Kommunikation)</li> <li>Reflexion der Ursache-Wirkungsbeziehungen unter sprachsensiblen Umgang mit funktionalen und kausalen Erklärungen</li> <li>Alternativer Kontext: Antibiotika-Resistenz bei Bakterien</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Körperzellen: gleiches Erbgut – unterschiedliche Differenzierung</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erkennen der unterschiedlichen Protein- und RNA-Ausstattung verschiedener menschlicher Zelltypen und Begründung der Phänomene durch zellspezifische Regulation der Genaktivität</li> <li>Erläuterung der Bedeutung von allgemeinen und spezifischen Transkriptionsfaktoren für die Transkriptionsrate und der zellspezifischen Reaktion auf extrazelluläre Signale wie etwa Myostatin zur Regulation des Muskelwachstums (Basiskonzept Steuerung und Regelung)</li> <li>Erstellung von Modellen zur Bedeutung epigenetischer Marker (DNA-Methylierung) und kriteriengeleitete Diskussion der Modellierungen [ggf. 6]</li> <li>Reflexion des Zusammenspiels der verschiedenen Ebenen der Genregulation bei Eukaryoten unter Bezügen zu den Basiskonzepten Stoff- und Energieumwandlung sowie Steuerung und Regelung</li> </ul>

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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

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

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

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

Weiterführende Materialien:



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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

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

### 4.3. Qualifikationsphase: Leistungskurs

<b>UV LK-Ö1: Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen</b> <b>Inhaltsfeld 4: Ökologie</b> <b>Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</b>		<b>Fachschaftsinterne Absprachen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exkursion zu einer schulnahen Wiese</li> </ul>	
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Fachliches Verfahren: Erfassung ökologischer Faktoren und quantitative und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal		<b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b> Struktur und Funktion: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompartimentierung in Ökosystemebenen</li> </ul> Steuerung und Regelung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Positive und negative Rückkopplung ermöglichen Toleranz</li> </ul> Individuelle und evolutive Entwicklung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Angepasstheit an abiotische und biotische Faktoren</li> </ul>	
<b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)</li> <li>• Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)</li> <li>• Informationen aufbereiten (K)</li> </ul>			
Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem (S5-7, K8).</li> </ul>	<b>Welche Forschungsgebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Ökologie?</b> (ca. 3 Ustd.)	Kontext: <b>Modellökosysteme, z. B. Flaschengarten</b> Zentrale Unterrichtssituationen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktivierung des Vorwissens zu zentralen Begriffen der Ökologie (→ SI)</li> <li>• Darstellung des Wirkungsgefüges von Umweltfaktoren, Lebensvorgängen und Wechselbeziehungen von Lebewesen im gewählten Modellökosystem mit Hilfe einer Concept Map</li> <li>• Präsentation der Zusammenhänge unter Berücksichtigung kausaler Erklärungen und der Vernetzung von Systemebenen (S5–7, K8)</li> <li>• Präsentation zentraler Fragestellungen und Forschungsgebiete der Ökologie, die bei der Untersuchung des Zusammenwirkens von abiotischen und biotischen Faktoren im Verlauf der Unterrichtsvorhaben zur Ökologie eine Rolle spielen (Advance Organizer)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfluss ökologischer Faktoren auf</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• untersuchen auf der Grundlage von Daten die physiologische und ökologische</li> </ul>	<b>Inwiefern bedingen abiotische Faktoren die Verbreitung von</b>	Kontext: <b>Eine Frage der Perspektive – Für Wüstenspringmäuse ist die Wüste kein</b>

inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p>Organismen: Toleranzkurven</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz,</li> <li>• Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische Potenz</li> <li>• Ökologische Nische</li> </ul> <p>• Ökosystemmanagement: Ursache-</p>	<p>Potenz von Lebewesen (S7, E1-3, E9, E13).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren die Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- und interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6–K8).</li> <li>• erläutern die ökologische Nische als Wirkungsgefüge (S4, S7, E17, K7, K8).</li> </ul> <p>• bestimmen Arten in einem ausgewählten Areal und begründen ihr</p>	<p><b>Lebewesen?</b> (ca. 8 Ustd.)</p> <p><b>Welche Auswirkungen hat die Konkurrenz um Ressourcen an realen Standorten auf die Verbreitung von Arten?</b> (ca. 7 Ustd.)</p> <p><b>Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement</b></p>	<p><b>extremer Lebensraum.</b> <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellung eines Zusammenhangs zwischen einer langfristigen standortspezifischen Verfügbarkeit/ Intensität eines Umweltfaktors und den entsprechenden Anpassungen bei Tieren am Beispiel des Umweltfaktors Wasser (ggf. Reaktivierung des Vorwissens zu morphologischen und physiologischen Anpassungen bei Pflanzen → UV 3 Stoffwechselphysiologie)</li> <li>• Untersuchung der Temperaturpräferenz bei Wirbellosen</li> <li>• Interpretation von Toleranzkurven eurythermer und stenothermer Lebewesen (E9)</li> <li>• Erklärung der unterschiedlichen physiologischen Temperaturtoleranz ausgewählter Lebewesen unter Berücksichtigung des Basiskonzepts Steuerung und Regelung. Berücksichtigung der unterschiedlichen Temperaturtoleranz für Überleben, Wachstum und Fortpflanzung</li> <li>• Erweiterung des Konzepts der physiologischen Toleranz durch die Analyse von Daten aus Mehrfaktorenexperimenten, kritische Betrachtung der Übertragbarkeit der in Laborversuchen gewonnenen Daten auf die Situation im Freiland (E13)</li> <li>• Beschreibung des Wirkungsgesetzes der Umweltfaktoren</li> <li>• Reflexion der Methodik und Schlussfolgerung, dass die Auswirkungen veränderter Umweltbedingungen aufgrund des komplexen Zusammenwirkens vieler Faktoren nur schwer vorhersagbar sind (E13)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Vergleich der Standortbedingungen für ausgewählte Arten in Mono- und Mischkultur</b> <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse von Langzeitdaten zur Abundanz verschiedener Arten in Mischkultur im Freiland und Vergleich der Standortfaktoren mit in Laborversuchen erhobenen Standortpräferenzen (E9, E17)</li> <li>• Erläuterung des Konkurrenzbegriffs am Beispiel der intra- und der interspezifischen Konkurrenz (S7)</li> <li>• Erklärung der ökologischen Potenz mit dem Zusammenwirken von physiologischer Toleranz und der Konkurrenzstärke um Ressourcen (K6–8)</li> <li>• Erläuterung des Konzepts der „ökologischen Nische“ als Wirkungsgefüge aller abiotischen und biotischen Faktoren, die das Überleben der Art ermöglichen (vertiefende Erarbeitung der Merkmale interspezifischer Beziehungen → UV 2 Ökologie)</li> <li>• Herausstellen der Mehrdimensionalität des Nischenmodells und ultimative Erklärung der Einnischung (K7,8)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Fettwiese oder Magerrasen? – Zeigerarten geben Aufschluss über den Zustand</b></p>

inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p>Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfassung ökologischer Faktoren und quantitative und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal</li> </ul>	<p>Vorkommen mit dort erfassten ökologischen Faktoren (E3, E4, E7–9, E15, K8).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14).</li> </ul>	<p><b>genutzt werden?</b> (ca. 4 Ustd.) + Exkursion</p>	<p><b>von Ökosystemen</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exkursion im Schulumfeld, Bestimmung und quantitative Erfassung von Arten und Einführung in das Prinzip des Biomonitorings, z.B. anhand einer Flechtenkartierung oder der Ermittlung von Zeigerpflanzen [1] (E4, E7–9)</li> <li>• Sensibilisierung für den Zusammenhang von Korrelation und Kausalität beim Biomonitoring (K8) und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses</li> <li>• Ableitung von Handlungsoptionen für das untersuchte Ökosystem (E15)</li> <li>• Internetrecherche zur ökologischen Problematik von intensiver Grünlandbewirtschaftung (Fettwiesen) und Begründung von Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen von heimischen, artenreichen Magerwiesen durch extensive Grünlandbewirtschaftung (K11–14) [2,3]</li> </ul>

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 13.01.2023

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

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

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• Idealierte Populationsentwicklung:	• interpretieren grafische Darstellungen der Populationsdynamik unter	<b>Welche grundlegenden Annahmen gibt es in der</b>	<b>Kontext:</b> <b>Sukzession – wie verändern sich die Populationsdichte und -zusammensetzung an</b>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltliche Aspekte</li> </ul>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>exponentielles und logistisches Wachstum</li> <li>Fortpflanzungsstrategien: r- und K-Strategien</li> <li>Interspezifische Beziehungen: Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen</li> <li>Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität</li> <li>Hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt</li> </ul>	<p>idealisierten und realen Bedingungen auch unter Berücksichtigung von Fortpflanzungsstrategien (S5, E9, E10, E12, K9).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6-K8).</li> <li>erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10).</li> <li>analysieren Schwierigkeiten der Risikobewertung für hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt unter Berücksichtigung verschiedener Interessenslagen (E15, K10, K14, B1, B2, B5).</li> </ul>	<p><b>Ökologie über die Dynamik von Populationen?</b> (ca. 6 Ustd.)</p> <p><b>In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar?</b> (ca. 6 Ustd.)</p> <p><b>Wie können Aspekte der Nachhaltigkeit im Ökosystemmanagement verankert werden?</b> (ca. 6 Ustd.)</p>	<p><b>Altindustriestandorten? [1]</b> <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse der Bedingungen für exponentielles und logistisches Wachstum, Interpretation von grafischen Darstellungen unter idealisierten und realen Bedingungen (E9, E10)</li> <li>Erläuterung von dichtebegrenzenden Faktoren</li> <li>Recherche der charakteristischen Merkmale von r- und K- Strategen und Analyse von grafischen Darstellungen der charakteristischen Populationsdynamik (K9), Bezug zur veränderten Biozönose in Sukzessionsstadien (z. B. überwiegend r-Strategen auf einer Industriebrache)</li> <li>Kritische Reflexion der im Unterricht verwendeten vereinfachten Annahmen zur Populationsökologie (E12)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Gut vernetzt – Wechselwirkungen in Biozönosen</b> <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Beschreibung der charakteristischen Merkmale von Konkurrenz (→ UV 1 Ökologie), Räuber-Beute-Beziehung, Parasitismus, Mutualismus und Symbiose an aussagekräftigen Beispielen. Ggf. Präsentationen zu Wechselwirkungen unter Berücksichtigung der Fachsprache und der Unterscheidung von funktionalen und kausalen Erklärungen (K6, K8)</li> <li>Analyse der Angepasstheiten ausgewählter interagierender Arten auf morphologischer und physiologischer Ebene, z. B. bei Symbiose oder Parasitismus (K7)</li> <li>Analyse von Daten zu Wechselwirkungen und Bildung von Hypothesen zur vorliegenden Beziehungsform [2], Reflexion der Datenerfassung (z. B. Diskrepanz zwischen Labor- und Freilandbedingungen, Methodik) (E9)</li> <li>Interpretation grafischer Darstellungen von Räuber-Beute-Systemen und kritische Reflexion der Daten auch im Hinblick auf Bottom Up- oder Top Down-Kontrolle (E9)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Pestizideinsatz in der Landwirtschaft</b> <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse eines Fallbeispiels zur Schädlingsbekämpfung mit Pestizideinsatz unter Berücksichtigung der kurzfristigen und langfristigen Populationsentwicklung des Schädlings</li> <li>Erläuterung des Konflikts zwischen ökonomisch rentabler Umweltnutzung und Biodiversitätsschutz, z. B. anhand der intensiven Landwirtschaft und dem Einsatz von Pestiziden für den Pflanzenschutz</li> <li>Bewertung von Handlungsoptionen im Sinne eines nachhaltigen Ökosystemmanagements und Diskussion von Handlungsoptionen als Privatverbraucher (K14) [3]</li> <li>Angeleitete Recherche (z. B. auf den Seiten des Umweltbundesamtes [4]) zu den</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
			<p>Auswirkungen hormonartig wirkender Pestizide auf Tiere und die Fruchtbarkeit des Menschen sowie der Anreicherung in Nahrungsketten (K10)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nennung der Schwierigkeiten, die bei der Risikobewertung hormonartig wirkender Substanzen in der Umwelt auftreten und Diskussion der damit verbundenen Problematik eines Verbotsverfahrens (BfR Endokrine Disruptoren) (E15)</li> <li>• Analyse der Interessenslagen der involvierten Parteien (B1, B2) [5]</li> </ul>

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 13.01.2023

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

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

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieumwandlung</li> <li>• Energieentwertung</li> <li>• Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel</li> <li>• ATP-ADP-System</li> <li>• Stofftransport zwischen den Kompartimenten</li> <li>• Chemiosmotische ATP-Bildung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11).</li> </ul>	<b>Wie wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in nutzbare Energie um?</b> (ca. 6 Ustd)	<i>Kontext:</i> <b>Leben und Energie – Lebensvorgänge in Zellen können nur mit Energiezufuhr ablaufen.</b> <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktivierung des Vorwissens zur Energieumwandlung in lebenden Systemen (→EF), insbesondere: Zusammenhang von abbauendem und aufbauendem Stoffwechsel, energetische Kopplung von Reaktionen, Bedeutung der Moleküle NADH+H<sup>+</sup> und ATP</li> <li>• Erarbeitung des Modells eines technischen Kraftwerks (z.B. Pumpspeicherkraftwerk) zur Verdeutlichung der Energieumwandlung, dabei Aktivierung von Vorwissen zum Energieerhaltungssatz (→ Physik Sek I) [1]</li> <li>• Erarbeitung der Funktionsweise des Transmembranproteins ATP-Synthase in lebenden Systemen [1]</li> <li>• Übertragung der Modellvorstellung des Pumpspeicherkraftwerkes auf die Zelle: Die elektrische Energie entspricht der chemischen Energie des ATP. Die Turbine entspricht der ATP-Synthase. Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen von Modellen (E12) [2]</li> <li>• Vernetzung und Ausblick: Benennung der Mitochondrien und Chloroplasten als Orte der membranbasierten Energieumwandlung in eukaryotischen Zellen. Aufstellen von Vermutungen zur Energiequelle für die Aufrechterhaltung des Protonengradienten in Chloroplasten (Lichtenergie) und Mitochondrien (chemische Energie aus der Oxidation von Nährstoffen)</li> </ul> <i>Anmerkung: Für die verbindliche Reihenfolge im Curriculum beschließt die Fachschaft, hier entweder UV 2 (Zellatmung) oder UV 3 (Fotosynthese) anzuschließen. In diesem Vorschlag wird mit UV 2 (Zellatmung) begonnen und UV 3 (Fotosynthese) in zeitlicher Nähe</i>



• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
			<i>des nachfolgenden Inhaltsfeldes Ökologie unterrichtet.</i>

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

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

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

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Feinbau Mitochondrium</li> <li>• Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäure-zyklus und Atmungskette</li> <li>• Energetisches Modell der Atmungskette</li> <li>• Redoxreaktionen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben und anaeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9),</li> <li>• vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11).</li> </ul>	<b>Wie kann die Zelle durch den schrittweisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen?</b> (ca. 8 Ustd)	<i>Kontext:</i> <b>Keine Power ohne Nahrung – Bei heterotrophen Organismen ist die ATP-Synthese an die Oxidation von Nährstoffmolekülen gekoppelt [1]</b> <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktivierung des Vorwissens zum Feinbau von Mitochondrien und Skizze eines Schaubildes mit den wesentlichen Schritten der Zellatmung und deren Verortung in Zellkompartimenten. Sukzessive Ergänzung des Schaubildes im Verlauf des Unterrichts (K9)</li> <li>• Beschreibung der Glykolyse als ersten Schritt des Glucoseabbaus, dabei Fokussierung auf die Entstehung von Energie- und Reduktionsäquivalenten sowie die Oxidation zu Pyruvat als Endprodukt der Glykolyse</li> <li>• Beschreibung des oxidativen Abbaus von Pyruvat zu Kohlenstoffdioxid in den Mitochondrien durch oxidative Decarboxylierung und die Prozesse im Tricarbonsäurezyklus, dabei Fokussierung auf die Reaktionen, in denen Reduktionsäquivalente und ATP gebildet werden</li> <li>• Aufstellung einer Gesamtbilanz aus den ersten drei Schritten und Abgleich mit der Bruttogleichung der Zellatmung</li> </ul> <i>Hinweis:</i> Strukturformeln der Zwischenprodukte müssen nicht reproduziert werden können.

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Alkoholische Gärung und Milchsäuregärung</li> <li>Stoffwechselregulation auf Enzymebene</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben und anaeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9),</li> <li>erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels (S7, E1–4, E11, E12),</li> <li>nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1–4, B5, B7, B9)</li> </ul>	<p><b>Welche Bedeutung haben Gärungsprozesse für die Energiegewinnung?</b> (ca. 2 Ustd.)</p> <p><b>Wie beeinflussen Nahrungsergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel?</b> (ca. 6 Ustd.)</p>	<p><b>Knallgasreaktion in den Mitochondrien?</b> <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Demonstration der stark exergonischen Knallgasreaktion (ggf. Video) und Aufstellung der Reaktionsgleichung, Hypothesenbildung zum Ablauf der analogen Reaktion in den Mitochondrien</li> <li>Vertiefung des Feinbaus von Mitochondrien bezüglich der Proteinausstattung der inneren Mitochondrienmembran</li> <li>Veranschaulichung der Redoxreaktionen und des Gefälles der Redoxpotenziale in einem energetischen Modell der Atmungskette (E12)</li> <li>Analyse der Bedeutung der Verfügbarkeit von Sauerstoff als Endakzeptor der Elektronen und NADH+H<sup>+</sup> als Elektronendonator zur Aufrechterhaltung des Protonengradienten</li> <li>Vervollständigung des Schaubilds und Aufstellen einer Gesamtbilanz der Zellatmung (K9)</li> <li>fakultative Vertiefung weiterer kataboler Reaktionswege, die für den Energiestoffwechsel relevant sind: Oxidation anderer Nährstoffe sowie Abbau eigener Körpersubstanz, Tricarbonsäurezyklus als Stoffwechseldrehscheibe</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>PASTEUR-Effekt: Höherer Glucoseverbrauch von Hefezellen unter anaeroben Bedingungen</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Problematisierung der Auswirkungen von Sauerstoffmangel auf die Glykolyse: Regeneration des NAD<sup>+</sup> bleibt aus (fehlender Endakzeptor für Elektronen in der Atmungskette)</li> <li>Erläuterung der Stoffwechselreaktionen der alkoholischen Gärung und Milchsäuregärung und deren Bedeutung für die Regeneration von NAD<sup>+</sup></li> <li>Verwendung geeigneter Darstellungsformen für den stofflichen und energetischen Vergleich der behandelten Stoffwechselwege (K9)</li> <li>ggf. Vertiefung: Vergleich der Prozesse bei fakultativen und obligaten Anaerobiern</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Mikronährstoffpräparate beim Sport – Lifestyle oder notwendige Ergänzung?</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reaktivierung des Vorwissens zu enzymatischen Reaktionen und der Enzymregulation durch Aktivatoren und Inhibitoren (→EF)</li> <li>Anwendung des Konzepts der enzymatischen Regulation auf ausgewählte enzymatische Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels (z.B. Feedbackhemmung der Phosphofruktokinase) (E12)</li> <li>Reaktivierung der Kenntnisse zu Cofaktoren am Beispiel von Mineralstoff- oder Vitaminpräparaten als Nahrungsergänzungsmittel (NEM) [2,3]</li> </ul>

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

#### Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

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

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

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren</li> <li>• Funktionale Anpasstheiten: Blattaufbau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11),</li> <li>• erklären funktionale Anpasstheiten an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4, S5, S6, E3, K6–8),</li> </ul>	<p><b>Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von Pflanzen abhängig?</b> (ca. 4 Ustd.)</p> <p><b>Welche Blattstrukturen sind für die Fotosynthese von Bedeutung?</b> (ca. 4 Ustd.)</p>	<p><b>Kontext:</b>  <b>Solarenergie sichert unsere Ernährung – Pflanzen sind Selbstversorger und Primärproduzenten</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktivierung der Bruttogleichung der Fotosynthese (→ SI) und Beschreibung der Stärke- und Sauerstoffproduktion als ein Maß für die Fotosyntheseaktivität</li> <li>• Messung der Sauerstoffproduktion bei der Wasserpest, z. B. mithilfe einer Farbreaktion [1] oder bei Efeu [2], dabei Variation der äußeren Faktoren und Berücksichtigung der Variablenkontrolle (E6)</li> <li>• Auswertung der Ergebnisse, Abgleich mit Literaturwerten und Rückbezug auf Hypothesen (E 9-11)</li> </ul> <p><b>Kontext:</b>  <b>Stärkenachweis in panaschierten Blättern – Die Fotosynthese findet nur in grünen Pflanzenteilen statt</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktivierung der Kenntnisse zum Aufbau eines Laubblatts (→EF), Erläuterung der morphologischen Strukturen, die für die Fotosyntheseaktivität von Landpflanzen bedeutend sind</li> <li>• Erläuterung von Struktur-Funktions-Zusammenhängen für unterschiedliche Gewebe im</li> </ul>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionale Anpasstheiten: Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, Lichtsammelkomplex, Feinbau Chloroplast</li> <li>• Chromatografie</li>   <li>• Chemiosmotische ATP-Bildung</li> <li>• Energetisches Modell der Lichtreaktionen</li> <li>• Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen,</li> <li>• Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration</li> <li>• Tracer-Methode</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären das Wirkungsspektrum der Photosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13),</li>   <li>• vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11).</li> <li>• erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der Photosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht (S2, S7, E2, K9),</li> <li>• werten durch die Anwendung von Tracermethoden erhaltene Befunde zum Ablauf mehrstufiger Reaktionswege aus (S2, E9,</li> </ul>	<p><b>Welche Funktionen haben Fotosynthesepigmente?</b> (ca. 4 Ustd.)</p> <p><b>Wie erfolgt die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie?</b> (ca. 12 Ustd.)</p>	<p>schematischen Blattquerschnitt, dabei Berücksichtigung der Versorgung fotosynthetisch aktiver Zellen mit Kohlenstoffdioxid, Wasser und Lichtenergie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikroskopie eines Abziehpräparats der unteren Blattepidermis und Hypothesenbildung zur Regulation des Gasaustausches und der Transpiration durch Schließzellen [3]</li> <li>• Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zu Anpasstheiten von Sonnen- und Schattenblättern (E3), Auswertung von Daten zur Fotosyntheserate</li> <li>• ggf. Korrektur finaler Erklärungen der Anpasstheiten (K7)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Der ENGELMANN-Versuch – Die Fotosyntheseleistung ist abhängig von der Wellenlänge des Lichts</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswertung des ENGELMANN-Versuchs und Erklärung des ungleichmäßigen Bakterienwachstums entlang der fädigen Alge [4]</li> <li>• Herstellen eines Zusammenhangs zwischen dem Absorptionsspektrum einer Rohchlorophylllösung und dem Wirkungsspektrum der Fotosynthese</li> <li>• Sachgemäße Durchführung der DC-Chromatografie und Identifikation der Pigmente [5] (E4)</li> <li>• Beschreibung des Aufbaus der Reaktionszentren in der Thylakoidmembran von Chloroplasten</li> <li>• Erläuterung der Funktionsweise von Lichtsammelkomplexen und ihrer Organisation zu Fotosystemen unter Verwendung von Modellen</li> <li>• Reflexion des Erkenntnisgewinnungsprozesses (z.B. Einsatz analytischer Verfahren, historischer Experimente und Modelle) (E13)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Chloroplasten als Lichtwandler – Wie erfolgt die Synthese von Glucose mit Hilfe von Sonnenlicht?</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstellung eines übersichtlichen Schaubildes für die Fotosynthese auf Grundlage des Vorwissens (Edukte, Produkte, Reaktionsbedingungen) (K9)</li> <li>• Beschreibung des EMERSON-Effekts anhand eines Diagramms zur Fotosyntheseleistung bei unterschiedlichen Wellenlängen, Identifizierung von Fragestellungen zur Funktionsweise der Fotosysteme (E2)</li> <li>• Entwicklung einer vereinfachten Darstellung der Lichtreaktion in einem energetischen Modell, welche den Energietransfer in den beiden Fotosystemen, die Fotolyse des Wassers, den Elektronentransport über Redoxsysteme mit Redoxpotenzialgefälle und</li> </ul>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel</li> </ul>	E10, E15).		<p>die Bildung von NADPH+ H<sup>+</sup> berücksichtigt (K11) [5]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vergleich des membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in der Atmungskette und der Primärreaktion (E12) (→UV 2)</li> <li>Erläuterung der Teilschritte des CALVIN-Zyklus, dabei Fokussierung auf die Kohlenstoffdioxidfixierung durch das Enzym Rubisco, das Recyclingprinzip von Energie- und Reduktionsäquivalenten sowie auf die Bedeutung zyklischer Prozesse</li> <li>Erläuterung des Tracer- Experiments von CALVIN und BENSON zur Aufklärung der Synthesereaktion und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen der gewonnenen Erkenntnisse (E10, E15)</li> <li>Ergänzung des Schaubildes zur Fotosynthese durch den stofflichen und energetischen Zusammenhang der Teilreaktionen (S2, E9)</li> <li>Darstellung des Zusammenwirkens von Chloroplasten und Mitochondrien in einer Pflanzenzelle für die Aufrechterhaltung der Lebensvorgänge in einer Pflanzenzelle (S7, E9)</li> </ul>

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

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

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

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionale Anpasstheiten: Blattaufbau</li> <li>• C<sub>4</sub>-Pflanzen</li> <li>• Stofftransport zwischen Kompartimenten</li> <li>• Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichen die Sekundärvorgänge bei C<sub>3</sub>- und C<sub>4</sub>- Pflanzen und erklären diese mit der Anpasstheit an unterschiedliche Standortfaktoren (S1, S5, S7, K7),</li> <li>• beurteilen und bewerten multiperspektivisch Zielsetzungen einer biotechnologisch optimierten Fotosynthese im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung (E17, K2, K13, B2, B7, B12)</li> </ul>	<p><b>Welche morphologischen und physiologischen Anpasstheiten ermöglichen eine effektive Fotosynthese an heißen und trockenen Standorten?</b> (ca. 4 Ustd.)</p> <p><b>Inwiefern können die Erkenntnisse aus der Fotosyntheseforschung zur Lösung der weltweiten CO<sub>2</sub>-Problematik beitragen?</b> (ca. 4 Ustd.)</p>	<p><b>Kontext:</b> <b>Verhungern oder Verdursten? – Anpasstheiten bei Mais und Hirse</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erläuterung der Standortfaktoren von C<sub>4</sub>-Pflanzen, Hypothesenbildung zu Anpasstheiten, auch unter Berücksichtigung der höheren FS-Leistung</li> <li>• Identifizierung der anatomischen Unterschiede im schematischen Blattquerschnitt von C<sub>3</sub>- und C<sub>4</sub>-Pflanzen und Beschreibung der physiologischen Unterschiede</li> <li>• Erläuterung der höheren Fotosyntheseleistung der C<sub>4</sub>-Pflanzen an warmen, trockenen Standorten, dabei Fokussierung auf die unterschiedliche CO<sub>2</sub>-Affinität der Enzyme PEP-Carboxylase und Rubisco</li> <li>• fakultativ: Vergleich verschiedener Fotosyntheseformen inclusive CAM</li> </ul> <p><b>Kontext:</b> <b>Künstliche Fotosynthese – eine Maßnahme gegen den Klimawandel?</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• angeleitete Recherche zu einem Entwicklungsprozess der künstlichen Fotosynthese mit den Zielen der Fixierung überschüssigen Kohlenstoffdioxids und der Produktion nachhaltiger Rohstoffe (K2) [1,2]</li> <li>• Reflexion der Bedingungen und Eigenschaften biologischer Erkenntnisgewinnung (E17)</li> </ul>



• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskussion des Sachverhalts „biotechnologisch optimierte Fotosynthese“, Erkennen unterschiedlicher Interessen und ethischer Fragestellungen (B2)</li> <li>• Aufstellen von wertebasierten Bewertungskriterien innerfachlicher und gesellschaftlicher/ wirtschaftlicher Art (B7)</li> <li>• Bewertung der Zielsetzungen aus ökologischer, ökonomischer, politischer und sozialer Perspektive (B12)</li> </ul>

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

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

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

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5).</li> </ul>	<p><b><i>In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften durch Energiefluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbindung?</i></b></p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i>  <b>Nahrungsbeziehungen und ökologischer Wirkungsgrad</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktivierung der Kenntnisse zu Nahrungsnetzen und Trophieebenen (→ SI) anhand der Betrachtung eines komplexen Nahrungsnetzes, Fokussierung auf die Stabilität artenreicher Netze und Hypothesenbildung zur begrenzten Anzahl an Konsumentenordnungen (S4)</li> <li>• ggf. Analyse eines Fallbeispiels zur Entkopplung von Nahrungsketten durch die Erderwärmung [1]</li> <li>• Erläuterung der Bedeutung der einzelnen Trophieebenen in Stoffkreisläufen (→ IF Stoffwechselphysiologie)</li> <li>• Interpretation der Unterschiede der Stoffspeicherung und des Stoffflusses in terrestrischen und aquatischen Systemen anhand von Biomassepyramiden und Produktionswertpyramiden (K5, E14)</li> <li>• Interpretation von grafischen Darstellungen zum Energiefluss in einem Ökosystem unter Berücksichtigung des ökologischen Wirkungsgrads der jeweiligen Trophieebene</li> <li>• Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der modellhaften Darstellungen (E12)</li> <li>• Anwendung der erworbenen Kenntnisse am Beispiel des Flächen- und Energiebedarfs für die Fleischproduktion auf Grundlage von Untersuchungsbefunden (E14) [2]</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffkreislauf und</li> </ul>		<p><b><i>Welche Aspekte des</i></b></p>	<p><i>Kontext:</i></p>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p>Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts</li> <li>• Ökologischer Fußabdruck</li>   <li>• Stickstoffkreislauf</li> <li>• Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, nachhaltige Nutzung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern geografische, zeitliche und soziale Auswirkungen des anthropogen bedingten Treibhauseffektes und entwickeln Kriterien für die Bewertung von Maßnahmen (S3, E16, K14, B4, B7, B10, B12).</li> <li>• beurteilen anhand des ökologischen Fußabdrucks den Verbrauch endlicher Ressourcen aus verschiedenen Perspektiven (K13, K14, B8, B10, B12).</li>   <li>• analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14).</li> <li>• analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem</li> </ul>	<p><b>Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant?</b> (ca. 3 Ustd.)</p> <p><b>Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden?</b> (ca. 5 Ustd.)</p> <p><b>Wie können umfassende Kenntnisse über ökologische Zusammenhänge helfen, Lösungen für ein komplexes Umweltproblem zu entwickeln?</b> (ca. 5 Ustd.)</p>	<p><b>Kohlenstoffkreislauf und Klimaschutz</b> <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellung der Austauschwege im Kohlenstoffkreislauf zwischen den Sphären der Erde (Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre, Biosphäre) und Identifikation von Kohlenstoffspeichern (K5) [3,4]</li> <li>• Unterscheidung von langfristigem und kurzfristigem Kohlenstoffkreislauf und Erläuterung der Umweltschädlichkeit von fossilen Energiequellen in Bezug auf die Erderwärmung (E14) [5]</li> <li>• Recherche zu Kippunkten (Tipping Points) des Klimawandels und Erläuterung eines Kippelements, z. B. Permafrostboden (K2) [6]</li> </ul> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Aktuelle Debatte um den Einfluss des Menschen auf den Klimawandel</b> <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifikation nicht wissenschaftlicher Aussagen im Vergleich zu wissenschaftlich fundierten Aussagen bezüglich des anthropogenen Einflusses auf den Treibhauseffekt (E16) [7]</li> <li>• Angeleitete Recherche zu den geografischen, zeitlichen und sozialen Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffektes sowie zu den beschlossenen Maßnahmen [8]</li> <li>• Entwicklung von Kriterien für die Bewertung der Maßnahmen unter Berücksichtigung der Dimensionen für globale Entwicklung (Umwelt, Soziales, Wirtschaft) sowie Abschätzung der Wirksamkeit der Maßnahmen (B4, B7, K14, B12)</li> <li>• Ermittlung eines ökologischen Fußabdrucks, Reflexion der verschiedenen zur Ermittlung herangezogenen Dimensionen, Sammlung von Handlungsoptionen im persönlichen Bereich (B8, K13)</li> <li>• Erkennen der Grenzen der wissenschaftlichen Wissensproduktion und der Akzeptanz vorläufiger und hypothetischer Aussagen, die auf einer umfassenden Datenanalyse beruhen (E16)</li> <li>• ggf. kritische Auseinandersetzung mit dem in der Wissenschaft diskutierten Begriffs des „Anthropozän“</li> </ul> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Umweltproblem Stickstoffüberschuss: Ursachen und Auswege</b> <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erarbeitung des natürlichen Stickstoffkreislaufs, Identifikation der Stoffspeicher und Austauschwege. Fokussierung auf die Anteile von molekularem Stickstoff und biologisch verfügbaren Verbindungen.</li> <li>• Fokussierung auf die anthropogene Beeinflussung des Stickstoffkreislaufs und</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	(S4, E12, E14, K2, K5).		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	<a href="https://www.spektrum.de/pdf/sdw-04-04-s056-pdf/835705?file">https://www.spektrum.de/pdf/sdw-04-04-s056-pdf/835705?file</a>	Spektrum-Artikel mit anschaulichen Beispielen für die Entkopplung von Nahrungsbeziehungen
2	<a href="https://gdcp-ev.de/wp-content/tb2017/TB2017_186_Trauschke.pdf">https://gdcp-ev.de/wp-content/tb2017/TB2017_186_Trauschke.pdf</a>	frei zugänglicher Artikel von Matthias Trauschke zum Energieverständnis im Biologieunterricht am Beispiel ineffizienter Lebensmittelketten
3	<a href="https://www.max-wissen.de/max-hefte/geomax-22-kohlenstoffkreislauf/">https://www.max-wissen.de/max-hefte/geomax-22-kohlenstoffkreislauf/</a>	Geomax Heft 22, Titel: „Das sechste Element- Wie Forschung nach Kohlenstoff fahndet“
4	<a href="https://www.max-wissen.de/max-media/klima-der-kohlenstoffkreislauf-max-planck-cinema/">https://www.max-wissen.de/max-media/klima-der-kohlenstoffkreislauf-max-planck-cinema/</a>	Informationsfilm zum Kohlenstoffkreislauf des Max-Planck-Instituts
5	<a href="https://www.ipn.uni-kiel.de/de/das-ipn/abteilungen/didaktik-der-biologie/materialien-1/09_Begleit-text_oL.pdf">https://www.ipn.uni-kiel.de/de/das-ipn/abteilungen/didaktik-der-biologie/materialien-1/09_Begleit-text_oL.pdf</a>	Unterrichtsmodul zum Kohlenstoffkreislauf des IPN Kiel
6	<a href="https://www.leopoldina.org/presse-1/nachrichten/factsheet-klimawandel/">https://www.leopoldina.org/presse-1/nachrichten/factsheet-klimawandel/</a>	Factsheet der Leopoldina aus dem Jahr 2021. Sehr anschauliche Darstellung der Folgen des Klimawandels und der Bedeutung der Kippelemente (Tipping Points)
7	<a href="https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/und_sie_erwaermt_sich_doch_131201.pdf">https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/und_sie_erwaermt_sich_doch_131201.pdf</a>	Broschüre „Und sie erwärmt sich doch“ des Umweltbundesamtes, sachliche und verständliche Widerlegung von Thesen der Klimawandelskeptiker
8	<a href="https://www.bmu.de/themen/klimaschutz-anpassung/klimaanpassung/worum-geht-es">https://www.bmu.de/themen/klimaschutz-anpassung/klimaanpassung/worum-geht-es</a>	Informationen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz zu Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel
9	<a href="https://www.bmu.de/media/stickstoff-ein-komplexes-umweltproblem">https://www.bmu.de/media/stickstoff-ein-komplexes-umweltproblem</a>	Animation zum anthropogenen Einfluss auf den Stickstoffhaushalt der Erde des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
10	<a href="https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/umweltbelastungen-der-landwirtschaft/stickstoff#einfuehrung">https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/umweltbelastungen-der-landwirtschaft/stickstoff#einfuehrung</a>	umfassende Information des Umweltbundesamtes zur Stickstoffproblematik mit vielen Verlinkungen zu Datensätzen und Broschüren

Letzter Zugriff auf die URL: 13.01.2023

[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform

möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtigte) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.

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

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau und Funktionen von Nervenzellen: Ruhepotenzial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12).</li> <li>• entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Aufrechterhaltung und Beeinflussung des Ruhepotenzials (S4, E3).</li> </ul>	<p><b>Wie ermöglicht die Struktur eines Neurons die Aufnahme und Weitergabe von Informationen?</b></p> <p>(ca. 12 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i>  <b>Das Neuron: Die spezialisierte Grundeinheit aller Nervensysteme</b>                  (→ SI, → EF)</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorstellung der strukturellen Merkmale einer Nervenzelle im Gegensatz zu den bisher bekannten Zelltypen (→ EF), hinsichtlich der Gliederung in Dendriten, Soma, Axon</li> <li>• Darstellung des Zusammenhangs von Struktur und Funktion [1]</li> <li>• Aufzeigen der Möglichkeiten und Grenzen eines Neuron-Modells, z. B. durch den Vergleich einer schematischen Abbildung mit Realaufnahmen von Nervenzellen</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Nervenzellen unter Spannung: Die Ionentheorie des Ruhepotenzials</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiederholung der Transportmechanismen an Membranen (→ EF)</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau und Funktionen von Nerven-zellen: Aktionspotenzial</li> <li>• neurophysiologische Verfahren, Potenzialmessungen</li> <li>• Bau und Funktionen von Nervenzellen: Erregungsleitung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge und stellen die Anwendung eines zugehörigen neurophysiologischen Verfahrens dar (S3, E14).</li> <li>• vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an (S6, E1–3).</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klärung der Bedeutung der Ladungsverteilung an der Axonmembran unter Berücksichtigung des chemischen und elektrischen Potentials, z. B. am Beispiel Gemeiner Kalmar (<i>Loligo vulgaris</i>)</li> <li>• Entwicklung von Hypothesen zur Aufrechterhaltung des Ruhepotentials und Erläuterung der Bedeutung von Natrium-Kalium-Ionenpumpen</li> <li>• Auswertung eines Experiments zur Beeinflussung des Ruhepotentials (z. B. USING-Kammer: [2])</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Neuronen in Aktion: schnelle und zielgerichtete Informationsweiterleitung</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. Einstieg: Reaktionstest mit Lineal [3]</li> <li>• Erläuterung der Veränderungen der Ionenverteilung an der Membran beim Wechsel vom Ruhe- zum Aktionspotenzial, Phasen des Aktionspotentials, korrekte Verwendung der Fachsprache</li> <li>• Beschreibung einer Versuchsanordnung zur Untersuchung von Potenzialänderungen an Neuronen</li> <li>• begründete Zuordnung von molekularen Vorgängen an der Axonmembran zu den passenden Kurven-Diagrammen (Potentialmessung) [4, 5]</li> <li>• Auswertung eines Experiments zur Erforschung oder Beeinflussung des Aktionspotentials, z. B. durch Blockade der spannungsgesteuerten Ionenkanäle</li> <li>• ggf. Vertiefung der Kenntnisse zur Informationsweiterleitung durch Bearbeitung der IQB-Aufgabe Schmerzen [6]</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Vergleich von sofortigem und langsam einsetzendem Schmerz</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung des Phänomens der unterschiedlich schnellen Schmerzwahrnehmung, Aufstellen einer Forschungsfrage und Hypothesenbildung [7]</li> <li>• modellgestützte Erarbeitung der beiden Erregungsleitungstypen und tabellarische Gegenüberstellung von schnellen A<math>\delta</math>-Fasern und langsameren C-Fasern [8]</li> <li>• Erarbeitung der zwei grundsätzlichen Möglichkeiten einer Steigerung der Weiterleitungsgeschwindigkeit, z. B. anhand einer Datentabelle: Erhöhung des Axondurchmessers (Bsp. <i>Loligo vulgaris</i>) oder Myelinisierung</li> <li>• fakultativ: Ableitung ultimativer Ursachen für schnelle und langsame Erregungsleitung bei Wirbeltieren</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Störungen des neuronalen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren die Folgen einer neuronalen Störung aus individueller und</li> </ul>	<p><b>Wie kann eine Störung des neuronalen Systems die Informationsweitergabe</b></p>	<p><i>Kontext:</i>  <b>Multiple Sklerose als Beispiel für eine neurodegenerative Erkrankung</b></p>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Systems	gesellschaftlicher Perspektive (S3, K1–4, B2, B6).	<b>beeinflussen?</b> (ca. 2 Ustd.)	<i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erarbeitung des Krankheitsbildes: Autoimmunerkrankung, bei der die Myelinscheiden im ZNS zerstört werden [9]</li> <li>• Analyse der Folgen einer neurodegenerativen Erkrankung für Individuum und Gesellschaft (B2, B6)</li> </ul>
• Bau und Funktionen von Nervenzellen: primäre und sekundäre Sinneszelle, Rezeptorpotenzial	• erläutern das Prinzip der Signaltransduktion bei primären und sekundären Sinneszellen (S2, K6, K10).	<b>Wie werden Reize aufgenommen und zu Signalen umgewandelt?</b> (ca. 4 Ustd.)	<i>Kontext:</i> <b>„Das sieht aber lecker aus!“ – Sinneszellen und ihre adäquaten Reize</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensibilisierung für die biologischen Voraussetzungen einer Reizaufnahme und die damit verbundenen Einschränkungen der Wahrnehmung</li> <li>• Erarbeitung der Entstehung eines Rezeptorpotenzials in einer primären Sinneszelle (z. B. einer Riechsinneszelle), Darstellung der Signaltransduktion, die zur Auslösung von Aktionspotenzialen führt</li> <li>• Vergleich der Funktionsweise mit einer sekundären Sinneszelle, z. B. einer Geschmackssinneszelle</li> <li>• Hypothesenbildung zur Codierung der Reizstärke, Visualisierung der Zusammenhänge zwischen Reizstärke, Rezeptorpotenzial und Frequenz der Aktionspotenziale</li> </ul>

#### Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor

einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtigte) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]

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

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



<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltliche Aspekte</li> </ul>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Verrechnung: Funktion einer hemmenden Synapse, räumliche und zeitliche Summation</li> <li>Stoffeinwirkung an Synapsen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Bedeutung der Verrechnung von Potenzialen für die Erregungsleitung (S2, K11).</li> <li>nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9).</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Vergleich von erregender und hemmender Synapse sowie Verrechnung von EPSP und IPSP (z. B. anhand des Modells einer Glühlampe, die abhängig vom Füllstand der leitenden Flüssigkeit leuchtet [2])</li> <li>Auswertung von Potenzialdarstellungen hinsichtlich der Verrechnung von Potenzialen [3,4]</li> <li>Anwendung der Hemmung am Beispiel der Linderung des Juckreizes durch Kratzen [5]</li> <li>ggf. Einsatz der Lernaufgabe „Giftcocktail von Meeresschnecken“ zur Vertiefung der Stoffeinwirkung an Synapsen [6]</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vorstellung der Wirkungsweise von Cannabis. Hinweis: Da die konkretisierte Kompetenzerwartung vorwiegend dem Kompetenzbereich Bewertung zugeordnet ist, soll auf eine detaillierte Darstellung der molekularen Wirkungsweise von Cannabis verzichtet werden. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellungnahme.</li> <li>Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können [7, 8, 9]</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zelluläre Prozesse des Lernens</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die synaptische Plastizität auf der zellulären Ebene und leiten ihre Bedeutung für den Prozess des Lernens ab (S2, S6, E12, K1).</li> </ul>	<p><b>Wie kann Lernen auf neuronaler Ebene erklärt werden?</b> (ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i>  <b>Lernen verändert das Gehirn</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erarbeitung der synaptischen Plastizität auf zellulärer Ebene als aktivitätsabhängige Änderung der Stärke der synaptischen Übertragung (S6, E12, K1) [10]</li> <li>Erläuterung der Modellvorstellung vom Lernen durch Plastizität des neuronalen Netzwerks (Bahnung) und Ableitung von Strategien für den eigenen Lernprozess: Strukturierung und Kontextualisierung, Wiederholung, Nutzung verschiedener Eingangskanäle (multisensorisch, v.a. Visualisierung), Belohnung [11]</li> <li>ggf. Planung und Durchführung von Lernexperimenten (Zusammenhang zwischen Wiederholung und Lernerfolg, Einfluss von Ablenkung auf erfolgreiches Lernen)</li> <li>ggf. Analyse der eigenen Einstellung zum Lernen bzw. zum Lerngegenstand, hier auch kritische Reflexion von geschlechterspezifischen Stereotypen möglich</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Hormone: Hormonwirkung, Verschränkung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben die Verschränkung von hormoneller und neuronaler Steuerung am</li> </ul>	<p><b>Wie wirken neuronales System und Hormonsystem bei der</b></p>	<p><i>Kontext:</i>  <b>Körperliche Reaktionen auf Schulstress</b></p>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
hormoneller und neuro- naler Steuerung	Beispiel der Stressreaktion (S2, S6).	<b>Stressreaktion zusammen?</b> (ca. 2 Ustd.)	<i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktivierung von Wissen zu Hormonen (→ Sek I)</li> <li>• Erarbeitung der wesentlichen Merkmale des hormonellen Systems beim Menschen</li> <li>• Vergleich der Unterschiede zwischen dem neuronalen und dem hormonellen System und Ableitung der Verschränkung beider Systeme [12]</li> <li>• ggf. Vertiefung durch Recherche der Bedeutung von Eustress oder der Bedeutung von Entspannungsphasen z. B. in Prüfungszeiten</li> </ul>

#### Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

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

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

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Synthetische Evolutionstheorie: Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift</li> <li>• Synthetische Evolutionstheorie: adaptiver Wert von Verhalten, Kosten-Nutzen-Analyse, reproduktive Fitness</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• begründen die Veränderungen im Genpool einer Population mit der Wirkung der Evolutionsfaktoren (S2, S5, S6, K7).</li> <li>• erläutern die Anpasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8).</li> </ul>	<p><b>Wie lassen sich Veränderungen im Genpool von Populationen erklären?</b> (ca. 6 Ustd.)</p> <p><b>Welche Bedeutung hat die reproduktive Fitness für die Entwicklung von Anpasstheiten?</b> (ca. 2 Ustd.)</p> <p><b>Wie kann die Entwicklung von angepassten Verhaltensweisen erklärt werden?</b> (ca. 3 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i>  <b>Schnabelgrößen bei Populationen von Vögeln (z. B. beim Mittleren Grundfink oder Purpurastrilden)</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulierung von Fragen zur Entwicklung der Merkmalsverteilung bei den Schnabelgrößen und Ableitung von Hypothesen zu den möglichen Ursachen</li> <li>• Erklärung der Variation durch Mutation und Rekombination und der Verschiebung der Merkmalsverteilung in der Population durch Selektion</li> <li>• Analyse der Bedeutung von Zufallsereignissen wie Gendrift und ihrem Einfluss auf die Allelvielfalt von Populationen</li> <li>• Erläuterung der Zusammenhänge zwischen den Veränderungen von Merkmalsverteilungen auf phänotypischer Ebene und den Verschiebungen von Allelfrequenzen auf genetischer Ebene unter Berücksichtigung ultimer und proximaler Ursachen und der Vermeidung finaler Begründungen</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Abtransport leerer Eierschalen in Lachmöwenkolonien (TINBERGEN-Experiment)</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulierung von Fragen zur Entwicklung des Verhaltens in Lachmöwen-Kolonien und Ableitung von Hypothesen unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse [1]</li> <li>• Erläuterung des adaptiven Wertes von Verhalten unter Einbezug der reproduktiven Fitness und Berücksichtigung der Umweltbedingungen. Berücksichtigung proximaler und ultimer Ursachen und Vermeidung finaler Begründungen [1]</li> <li>• Reflexion der verwendeten Fachsprache im Hinblick auf die Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen</li> </ul>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sozialverhalten bei Primaten: exogene und endogene Ursachen, Fortpflanzungsverhalten</li> <li>• Synthetische Evolutionstheorie: Koevolution</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern das Fortpflanzungsverhalten von Primaten datenbasiert auch unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (S3, S5, E3, E9, K7).</li> <li>• erläutern die Anpasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8).</li> </ul>	<p><b>Wie lässt sich die Entstehung von Sexualdimorphismus erklären?</b> (ca. 3 Ustd.)</p> <p><b>Wie lassen sich die Paarungsstrategien und Sozialsysteme bei Primaten erklären?</b> (ca. 4 Ustd.)</p> <p><b>Welche Prozesse laufen bei der Koevolution ab?</b> (ca. 2 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Rothirsch-Geweih und Pfauenrad</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zum Sexualdimorphismus</li> <li>• Erläuterung der intrasexuellen und intersexuellen Selektion mithilfe einer Kosten-Nutzen-Analyse sowie der reproduktiven Fitness unter Vermeidung finaler Begründungen</li> <li>• Reflexion der Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen sowie der Berücksichtigung ultimativer und proximativer Ursachen</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Variabilität der Paarungsstrategien und Sozialsysteme bei Primaten</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ableitung der Zusammenhänge zwischen Reproduktionserfolg, ökologischer Situation und Paarungsstrategie für Männchen bzw. Weibchen und Entwicklung von Hypothesen zu den Strategien z. B. bei Krallenaffen [2]</li> <li>• Erläuterung der endogenen und exogenen Ursachen von Fortpflanzungsverhalten unter der Berücksichtigung proximativer und ultimativer Erklärungen und der Vermeidung finaler Begründungen</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Orchideen-Schwärmer und Stern von Madagaskar (Bestäuber-Blüte-Koevolution)</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung der Synthetischen Evolutionstheorie auf das System Bestäuber-Blüte unter Berücksichtigung der jeweiligen Selektionsvorteile und Selektionsnachteile für die beiden Arten sowie Vermeidung finaler Begründungen</li> <li>• Ableitung einer Definition für Koevolution und Erläuterung verschiedener koevolutiver Beziehungen unter Berücksichtigung ultimativer und proximativer Ursachen und Vermeidung finaler Aussagen</li> <li>• Zusammenfassung der Erklärungsansätze für evolutive Prozesse auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung der Fachsprache</li> </ul>

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

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

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

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

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

Weiterführende Materialien:

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

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 Inhaltliche Schwerpunkte: Entstehung und Entwicklung des Lebens Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E) Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) Informationen aufbereiten (K)	Fachschaftsinterne Absprachen ggf. Besuch des Neanderthal-Museums  Beiträge zu den Basiskonzepten: Individuelle und evolutive Entwicklung: Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels
--	---

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



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

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

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	<p>K5, K6).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• deuten Ergebnisse von Experimenten zum Ablauf der Proteinbiosynthese (u. a. zur Entschlüsselung des genetischen Codes) (S4, E9, E12, K2, K9).</li> <li>• erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6).</li> </ul>	<p>(ca. 8 Ustd.)</p> <p><b>Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen bei der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten?</b></p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p>	<p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau von Proteinen (→ EF) und Erarbeitung des Problems der Codierung bzw. Decodierung von Informationen auf DNA-Ebene, RNA-Ebene und Proteinebene (Bezug zum Basiskonzept Information und Kommunikation und auch Struktur und Funktion)</li> <li>• Erstellung eines Fließschemas zum grundsätzlichen Ablauf der Proteinbiosynthese (→ SI) unter Berücksichtigung der DNA-, RNA-, Polypeptid- und Proteinebene zur Strukturierung der Informationen</li> <li>• Erläuterung des Ablaufs der Transkription z. B. anhand einer Animation (<a href="#">Eigenschaften und Funktionen der RNA-Polymerase</a>, <a href="#">Erkennen der Transkriptionsrichtung</a>) unter Anwendung der Fachsprache</li> <li>• Erläuterung des Vorgangs der Translation ausgehend von unterschiedlichen modellhaften Darstellungen und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modelle unter Berücksichtigung gemeinsam formulierter Kriterien</li> <li>• Erarbeitung der Eigenschaften des genetischen Codes und Anwendung der Code-sonne unter Rückbezug auf das erstellte Fließschema</li> <li>• Berücksichtigung des Energiebedarfs der Proteinbiosynthese (Bezug zum Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung)</li> <li>• Begründung der Verwendung des Begriffs Genprodukt anhand der Gene für tRNA und rRNA</li> <li>• <a href="#">Analyse der Experimente von MATTHAEI und NIRENBERG zur Entschlüsselung des genetischen Codes nach dem naturwissenschaftlichen Weg der Erkenntnisgewinnung [3] und ggf. weiterer Experimente</a></li> <li>• Reflexion der Fragestellungen und Methoden der ausgewählten Experimente zum Ablauf der Proteinbiosynthese (z. B. hinsichtlich der technischen Möglichkeiten)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Transkription und Translation bei Eukaryoten</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktivierung von Vorwissen zu Kompartimentierung und Organellen (→ EF) und Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zum Ablauf der Proteinbiosynthese bei Eukaryoten</li> <li>• Erläuterung modellhafter Darstellungen der Genstruktur (Exons/Introns), Prozessierung der prä-mRNA zur reifen mRNA sowie alternatives Spleißen, posttranslationale Modifikation</li> <li>• Erstellung einer kriteriengeleiteten Tabelle zum Vergleich der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten</li> <li>• <a href="#">Reflexion der größeren Komplexität der Prozesse bei eukaryotischen Zellen im</a></li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltliche Aspekte</li> </ul>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Genmutationen</li> <li>PCR</li> <li>Gelelektrophorese</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8).</li> <li>erläutern PCR und Gelelektrophorese unter anderem als Verfahren zur Feststellung von Genmutationen (S4, S6, E8–10, K11).</li> </ul>	<p><b>Wie können sich Veränderungen der DNA auf die Genprodukte und den Phänotyp auswirken?</b> (ca. 5 Ustd.)</p> <p><b>Mit welchen molekularbiologischen Verfahren können zum Beispiel Genmutationen festgestellt werden?</b> (ca. 6 Ustd.)</p>	<p>Zusammenhang mit der Kompartimentierung sowie der Differenzierung von Zellen und Geweben (Basiskonzept Struktur und Funktion, Stoff- und Energieumwandlung)</p> <p><i>Kontext:</i>  <b>Resistenzen bei Eukaryoten (z. B. Herzglykosid-Resistenz beim Monarchfalter) [5]</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aktivierung von Vorwissen zu Genommutationen, Chromosomenmutationen (→ SI, → EF)</li> <li>Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zur Ursache der Resistenz unter Berücksichtigung der verschiedenen Systemebenen (molekulare Ebene bis Ebene des Organismus)</li> <li>Ableitung der verschiedenen Typen von Genmutationen unter Berücksichtigung der molekularen Ebenen (DNA, RNA, Protein) sowie der phänotypischen Auswirkungen auf Ebene der Zelle bzw. des Organismus (Einbezug der Basiskonzepte Struktur und Funktion und Information und Kommunikation)</li> <li>Reflexion der Ursache-Wirkungsbeziehungen unter sprachsensiblen Umgang mit funktionalen und kausalen Erklärungen</li> <li>Alternativer Kontext: Antibiotika-Resistenz bei Bakterien</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Analyse von Genmutationen (z. B. SARS-CoV-2-Mutanten, Diagnose von Gendefekten oder Resistenzen) [5]</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erläuterung der PCR-Methode unter Berücksichtigung der Funktionen der Komponenten eines PCR-Ansatzes und des Ablaufs der PCR [6]</li> <li>Diskussion der möglichen Fehlerquellen und der Notwendigkeit von Negativkontrollen bei Anwendungen der PCR</li> <li>Erläuterung des Grundprinzips der DNA-Gelelektrophorese und Anwendung der Verfahren zur Identifikation von Genmutationen durch Wahl der Primer oder ggf. RFLP-Analyse (dann Erklärung der Funktion von Restriktionsenzymen als Werkzeug der Molekularbiologie); Benennung der DNA-Sequenzierung als Technik zur Analyse von Sequenzunterschieden [7]</li> </ul>

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

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

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

<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltliche Aspekte</li> </ul>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung, Histonmodifikation, RNA-Interferenz</li> <li>Krebs: Krebszellen, Onkogene und Anti-Onkogene, personalisierte Medizin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erklären die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren und DNA-Methylierung (S2, S6, E9, K2, K11).</li> <li>erläutern die Genregulation bei Eukaryoten durch RNA-Interferenz und Histon-Modifikation anhand von Modellen (S5, S6, E4, E5, K1, K10).</li> <li>begründen Eigenschaften von Krebszellen mit Veränderungen in Proto-Onkogenen und Anti-Onkogenen (Tumor-Suppressor-Genen) (S3, S5, S6, E12).</li> <li>begründen den Einsatz der personalisierten Medizin in der Krebstherapie (S4, S6, E14, K13).</li> </ul>	<p><b>Wie wird die Genaktivität bei Eukaryoten gesteuert?</b> (ca. 10 Ustd.)</p> <p><b>Wie können zelluläre Faktoren zum ungehemmten Wachstum der Krebszellen führen?</b> (ca. 6 Ustd.)</p> <p><b>Welche Chancen bietet eine personalisierte Krebstherapie?</b> (ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i>  <b>Körperzellen: gleiches Erbgut – unterschiedliche Differenzierung</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erkennen der unterschiedlichen Protein- und RNA-Ausstattung verschiedener menschlicher Zelltypen und Begründung der Phänomene durch zellspezifische Regulation der Genaktivität</li> <li>Erläuterung der Bedeutung von allgemeinen und spezifischen Transkriptionsfaktoren für die Transkriptionsrate und der zellspezifischen Reaktion auf extrazelluläre Signale wie etwa Myostatin zur Regulation des Muskelwachstums (Basiskonzept Steuerung und Regelung)</li> <li>Erstellung von Modellen zur Bedeutung epigenetischer Marker (DNA-Methylierung und z. B. Histon-Acetylierung) und kriteriengeleitete Diskussion der verschiedenen Modellierungen auch unter Berücksichtigung des Variablengefüges [1]</li> <li>Erläuterung des natürlichen Mechanismus der RNA-Interferenz bei Pflanzen und Tieren anhand einer erarbeiteten Modellierung ausgehend von verschiedenen Darstellungen und Präsentation der Ergebnisse [2]</li> <li>Reflexion des Zusammenspiels der verschiedenen Ebenen der Genregulation bei Eukaryoten unter Bezügen zu den Basiskonzepten Stoff- und Energieumwandlung sowie Steuerung und Regelung</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Krebsentstehung als Deregulation zellulärer Kontrolle des Zellzyklus [3]</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aktivierung von Vorwissen zur Bedeutung des Zellzyklus und Anwendung von Zellwachstumshemmern (→ EF)</li> <li>Erläuterung der Eigenschaften von Krebszellen und medizinischer Konsequenzen unter Berücksichtigung der Vielfalt von Tumorzellen (Basiskonzept Steuerung und Regelung)</li> <li>Modellierung der Wirkweise der von Proto-Onkogenen und Anti-Onkogenen codierten Faktoren (wie etwa RAS und p53) in Bezug auf die Kontrolle des Zellzyklus</li> <li>Formulierung von Hypothesen zu deren Fehlfunktion aufgrund von Mutationen unter Bezug auf Mechanismen der Genregulation (Basiskonzept Steuerung und Regelung) unter Einbezug der verschiedenen Systemebenen</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Krebstherapie: Ermöglicht eine Personalisierung die Vermeidung von Nebenwirkungen?</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktivierung von Vorwissen zur Anwendung von Zellwachstumshemmern (→ EF)</li> <li>• Erläuterung der Nebenwirkungen von Zytostatika ausgehend von generellen Eigenschaften der Tumorzellen</li> <li>• Formulierung von Hypothesen zu Therapieansätzen unter Berücksichtigung der Vielfalt von Tumorzellen und der Verminderung von Nebenwirkungen bei systemischer Behandlung</li> <li>• Begründung einer Genotypisierung zum Beispiel vor der Chemotherapie mit 5-Fluorouracil [4] und ggf. weiterer Ansätze zu individualisierten Behandlungsmethoden [5, 6] (auch Einbezug von mRNA-Techniken ist möglich) auch unter Berücksichtigung der entstehenden Kosten durch medizinische Forschung und Produktion der Wirkstoffe</li> </ul>

#### Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=xshPL5hU0Kg&amp;t=104s">https://www.youtube.com/watch?v=xshPL5hU0Kg&amp;t=104s</a>	Max-Planck-Video Epigenetik
2	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=cL-IZnpY6Qg">https://www.youtube.com/watch?v=cL-IZnpY6Qg</a>	Max-Planck-Video RNA-Interferenz
3	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5648">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5648</a>	Arbeitsblätter und Materialien der SINUS-Gruppe zur Erarbeitung der Deregulation des Zellzyklus bei Krebszellen
4	<a href="https://www.bfarm.de/SharedDocs/Risikoinformationen/Pharmakovigilanz/DE/RV_STP/a-f/fluorouracil-neu.html">https://www.bfarm.de/SharedDocs/Risikoinformationen/Pharmakovigilanz/DE/RV_STP/a-f/fluorouracil-neu.html</a> <a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30348537/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30348537/</a> <a href="https://cdrjournal.com/article/view/2994">https://cdrjournal.com/article/view/2994</a>	Genotypisierung vor Behandlung mit 5-Fluorouracil bzw. Capecitabin zur Feststellung der passenden Dosierung des Wirkstoffs
5	<a href="https://www.aerzteblatt.de/archiv/105880/Personalisierte-Medizin-in-der-Onkologie-Fortschritt-oder-falsches-Versprechen">https://www.aerzteblatt.de/archiv/105880/Personalisierte-Medizin-in-der-Onkologie-Fortschritt-oder-falsches-Versprechen</a>	Übersichtsartikel zu personalisierter Medizin
6	<a href="http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul3_arbeitsblatt5.html">http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul3_arbeitsblatt5.html</a>	Das Unterrichtsmaterial „GENial einfach!“ wurde in Abstimmung mit Wissenschaftlern des Nationalen Genomforschungsnetzes (NGFN) sowie Didaktikern und Lehrkräften erstellt. Zu jedem Modul gibt es Arbeitsblätter mit Abbildungen und Aufgaben. Die Druckvorlagen der Arbeitsblätter sind komplett gestaltet. Jedes Modul schließt mit einer gestalteten Lernkontrolle – ebenfalls als PDF-Datei – ab.

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform

möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtigte) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]

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

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

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

#### Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform



*möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtigte) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]*

## **5. Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung**

### **5.1. Pädagogischer Leistungsbegriff**

Die im Folgenden genannten Bedingungen sind Konsequenzen eines pädagogischen Leistungsbegriffs innerhalb der Fachschaft Mathematik, der die Grundlage der Planung des Mathematikunterrichts am Pius-Gymnasium und der entsprechenden Leistungsbewertung bildet:

- Leistung setzt unter allen Beteiligten (also unter Schülern, Eltern, Lehrern und anderweitig in der Schule involvierten) eine vertrauensvolle Beziehung voraus – sie fördert ebenso echte Lernprozesse, wie sie eine faire Leistungsmessung ermöglicht.
- Leistung setzt institutionalisierte und systematische Unterstützungsangebote voraus – nur so besteht eine echte Chance, individuelle Problemfelder wirklich bearbeiten zu können.
- Leistung setzt differenzierte Anregung voraus - denn Lernen und Leisten sind immer individuelle Prozesse.
- Leistung setzt eine vielfältige Basis der Leistungsbewertung voraus – nicht nur das Produkt, sondern auch Prozess und Präsentation müssen ebenso eine Rolle spielen, wie kreative, soziale und kognitive Handlungen.
- Leistung setzt eine regelmäßige Verständigung auf Augenhöhe voraus – wenn Leistung ein soziales Phänomen ist, muss man sie gemeinsam definieren, damit alle Beteiligten die Kriterien der Leistung und ihrer Messung annehmen können.

### **5.2. Leistungsbewertung**

Da der Biologieunterricht als ordentliches Lehrfach in der Schule seinen Platz hat, verlangt er die Zensurengebung. Die Noten müssen nach den gleichen Maßstäben wie in anderen Fächern erteilt werden. Dies gilt besonders, da auch das Fach Biologie versetzungsrelevant ist. Daher gelten folgende Punkte:

- Wir beachten die Grundsätze der Leistungsbewertung.
- Im Fach Biologie kommen im Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht“ sowohl schriftliche als auch mündliche Formen der Leistungsüberprüfung zum Tragen. Dabei stellen wir im Verlauf der Sekundarstufe I durch eine geeignete Vorbereitung sicher, dass eine Anschlussfähigkeit für die Überprüfungsformen der gymnasialen Oberstufe gegeben ist.

Zu den Bestandteilen der „Sonstigen Leistungen im Unterricht“ zählen wir u.a.

- mündliche Beiträge zum Unterricht (z.B. Hypothesenbildung, Lösungsvorschläge, Darstellen von Zusammenhängen oder Bewerten von Ergebnissen, Beiträge zu unterschiedlichen Gesprächs- und Diskussionsformen, Kurzreferate, Präsentationen)
- Analyse und Interpretation von Texten, Graphiken oder Diagrammen
- qualitatives und quantitatives Beschreiben von Sachverhalten, unter korrekter Verwendung der Fachsprache
- selbstständiges Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten (Grad der Selbstständigkeit, Beachten der Vorgaben, Genauigkeit bei der Durchführung)
- Erstellen von Produkten (Dokumentationen zu Aufgaben, Untersuchungen und Experimenten, Präsentationen, Protokolle, Lernplakate, Modelle, Ergebnisse von Recherchen)
- Dokumentation längerfristiger Lern- und Arbeitsprozesse (Hefte/Mappen, Portfolios, Lerntagebücher)
- kurze schriftliche Übungen sowie Beiträge im Prozess eigenverantwortlichen, schüleraktiven Handelns (z.B. Wahrnehmung der Aufgaben im Rahmen von Gruppenarbeit und projektorientiertem Handeln).

Die im Fach Biologie in den Richtlinien verankerte „Sexualerziehung“ (LP, S. 40) hat das Ziel, die Schülerinnen und Schüler mit biologischen, sozialen und kulturellen Fragen der Sexualität vertraut zu machen. In dieser Lerneinheit kann von den oben erwähnten Kriterien bei Bedarf teilweise abgewichen werden.

Für Präsentationen, Arbeitsprotokolle, Dokumentationen und andere Lernprodukte der sonstigen Mitarbeit erfolgt eine Leistungsrückmeldung, bei der inhalts- und darstellungsbezogene Kriterien angesprochen werden. Hier werden zentrale Stärken als auch Optimierungsperspektiven für jede Schülerin bzw. jeden Schüler hervorgehoben.

Die Leistungsrückmeldungen bezogen auf die mündliche Mitarbeit erfolgen auf Nachfrage der Schülerinnen und Schüler außerhalb der Unterrichtszeit, spätestens aber in Form von mündlichem Quartalsfeedback oder Eltern-/Schülersprechtagen. Auch hier erfolgt eine individuelle Beratung im Hinblick auf Stärken und Verbesserungsperspektiven.

### 5.3. Kriterien für die Leistungsbewertung im Unterricht der Sekundarstufe I

Die Kriterien gelten für alle MINT-Fächern.

Note	Beschreibung
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>gleichmäßig hohe und selbstständige Mitarbeit im Unterricht in allen Sozialformen (in sehr hohem Maße)</li> <li>Erkennen eines Problems und dessen Einordnung in einen größeren Zusammenhang, eigenständige gedankliche Leistung als Beitrag zur Problemlösung, sachgerechte und ausgewogene Beurteilung</li> <li>angemessene und richtige Verwendung von Fachbegriffen</li> <li>vermittelte Fachkenntnisse und Methoden werden sicher beherrscht und angewendet</li> <li>vollständige und sachgerechte Dokumentation von Ergebnissen</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>regelmäßig hohe und selbstständige Mitarbeit im Unterricht in allen Sozialformen (in hohem Maße)</li> <li>Erkennen eines Problems und dessen Einordnung in den Gesamtzusammenhang des Themas, eigenständige gedankliche Leistung als Beitrag zur Problemlösung</li> <li>weitgehend sachgerechte und angemessene Verwendung von Fachbegriffen</li> <li>vermittelte Fachkenntnisse und Methoden werden beherrscht und angewendet</li> <li>überwiegend vollständige und sachgerechte Dokumentation von Ergebnissen</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>insgesamt regelmäßig freiwillige Mitarbeit im Unterricht in allen Sozialformen (freiwillig und bemüht)</li> <li>im Wesentlichen richtige Wiedergabe einfacher Fakten und Zusammenhänge aus unmittelbar behandeltem Stoff, gelegentliche Verknüpfung mit Kenntnissen des Stoffes der gesamten Unterrichtsreihe</li> <li>gelegentlich selbstständige Verwendung von Fachbegriffen</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>vermittelte Fachkenntnisse und Methoden werden überwiegend beherrscht und angewendet</li> <li>weitestgehend vollständige und sachgerechte Dokumentation von Ergebnissen</li> </ul>
Note	Beschreibung
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>nur gelegentlich freiwillige Mitarbeit im Unterricht in allen Sozialformen (gelegentlich und eher passiv)</li> <li>Äußerungen beschränken sich auf die Wiedergabe einfacher Fakten und Zusammenhänge aus unmittelbar behandeltem Stoff</li> <li>Verwendung von Fachbegriffen nur unter intensiver Anleitung</li> <li>vermittelte Fachkenntnisse und Methoden werden mit Einschränkungen beherrscht und angewendet</li> <li>unvollständiges Heft</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>überwiegend passives Verhalten im Unterricht, EA wird nur mühsam nach Aufforderung begonnen</li> <li>Äußerungen nach Aufforderung sind nur teilweise richtig</li> <li>Defizitäre Grundkenntnisse</li> <li>Sehr lückenhafte Sach- und Methodenkompetenz</li> <li>Unvollständiges, unordentliches Heft</li> </ul>
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keine freiwillige Mitarbeit im Unterricht in allen Sozialformen</li> <li>Äußerungen nach Aufforderung sind falsch</li> <li>nicht zu motivieren</li> </ul>

## 5.4. Kriterien für die Leistungsbewertung im Unterricht der Sekundarstufe II

Die Kriterien gelten für alle MINT-Fächern.

Note	Beschreibung
1	<p>Die Leistungen entsprechen den Anforderungen in besonderem Maße.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>gleichmäßige, äußerst qualitätsvolle Mitarbeit im Unterricht</li> <li>übernimmt Verantwortung für Gruppenergebnisse und unterstützt Andere</li> <li>Erkennen eines Problems und dessen Einordnung in einen größeren Zusammenhang, eigenständige gedankliche Leistung als Beitrag zur Problemlösung, sachgerechte und ausgewogene Beurteilung</li> <li>angemessene, sichere und richtige Verwendung der Fachsprache</li> <li>Experimente werden selbstständig geplant und durchgeführt; Textaufgaben schwierigen Niveaus bearbeitet</li> <li>HA regelmäßig, mit herausragenden Ergebnissen</li> <li>methodische Vielfalt, selbstständiger und sicherer Einsatz von fachspezifischen und allgemeinen Methoden und Werkzeugen</li> </ul>
2	<p>Die Leistungen entsprechen in vollem Umfang den Anforderungen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>regelmäßig freiwillige Mitarbeit im Unterricht</li> <li>aktiv an Gruppenarbeit beteiligt, wirkt bei Schwierigkeiten aktiv mit, geht auf Meinung anderer ein</li> <li>Erkennen eines Problems und Einordnung schwieriger Sachverhalte in den Gesamtzusammenhang des Themas, Kenntnisse über die Unterrichtsreihe hinaus</li> <li>problemlose Verwendung der Fachsprache</li> <li>sicherer Umgang mit anspruchsvollen Texten, Fähigkeit diese aufs Wesentliche zu Reduzieren und zwischen Wesentlichem und Unwesentlichem zu unterscheiden</li> <li>Experimente werden selbstständig durchgeführt und eigenständig geplant; sicherer Umgang mit anspruchsvollen Texten und Aufgaben</li> <li>HA regelmäßig mit guten Ergebnissen</li> <li>sicherer Einsatz von fachspezifischen und allgemeinen Methoden und Werkzeugen</li> </ul>
3	<p>Die Leistungen entsprechen im Allgemeinen den Anforderungen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>regelmäßig freiwillige Mitarbeit im Unterricht</li> <li>übernimmt Mitverantwortung für gemeinsame Arbeiten, sorgt für störungsfreies Miteinander, zeigt Bereitschaft Ergebnisse zu präsentieren</li> <li>im Wesentlichen richtige Wiedergabe einfacher Fakten und Zusammenhänge aus unmittelbar behandeltem Stoff, gelegentliche Verknüpfung mit Kenntnissen des Stoffes der gesamten Unterrichtsreihe, begrenztes Problembewusstsein</li> <li>weitgehend richtige Verwendung der Fachsprache</li> <li>vermittelte Fachkenntnisse und Methoden werden überwiegend beherrscht und angewendet</li> <li>Experimente werden selbstständig durchgeführt und eigenständig geplant; sicherer Umgang mit anspruchsvollen Texten und Aufgaben</li> <li>HA regelmäßig mit befriedigenden Ergebnissen</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>kann zugeeilte Informationen einbringen, erfassen und dokumentieren, fachspezifische und allgemeine Methoden und Werkzeuge werden weitestgehend sicher ausgewählt und eingesetzt</li> </ul>
Note	Beschreibung
4	<p>Die Leistungen weisen Mängel auf, entspricht aber im Ganzen noch den Anforderungen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>nur gelegentlich freiwillige Mitarbeit im Unterricht</li> <li>Mitarbeit in Gruppen nur in Ansätzen, selten Präsentation von Ergebnissen</li> <li>Äußerungen beschränken sich auf die Wiedergabe einfacher Fakten und Zusammenhänge aus unmittelbar behandeltem Stoff</li> <li>fachsprachliche Ausdrücke sind teilweise bekannt und können angewandt werden</li> <li>vermittelte Fachkenntnisse und Methoden werden mit Einschränkungen beherrscht und angewendet</li> <li>einfache Experimente können nach Anleitung durchgeführt werden; leichtere Texte werden dem Sinn nach richtig erfasst</li> <li>Hausaufgaben nicht regelmäßig oder nur oberflächlich erledigt</li> <li>Schwierigkeiten beim Planen und Durchführen von Arbeitsabläufen, fachspezifische Methoden und Werkzeuge können mit gelegentlicher Hilfe eingesetzt werden</li> </ul>
5	<p>Die Leistungen entsprechen den Anforderungen nicht. Notwendige Grundkenntnisse sind vorhanden, die Mängel sind in absehbarer Zeit behebbar.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>überwiegend passives Verhalten im Unterricht,</li> <li>wenig Mitarbeit in Gruppenarbeiten, wenig zuverlässig, nicht vorbereitet</li> <li>Äußerungen nach Aufforderung sind nur teilweise richtig</li> <li>Die Fachsprache weist große Mängel auf.</li> <li>Fehlleistungen auch nach Vorbereitung, Schwierigkeiten bei Verarbeitung von fachbezogenem Wissen und Verknüpfung von Zusammenhängen</li> <li>Experimente werden fehlerhaft durchgeführt, oft mangelndes Textverständnis</li> <li>Hausaufgaben häufig nicht vorhanden, nur lückenhaft erledigt</li> <li>kaum in der Lage mit Inhalt sachgerecht und systematisch umzugehen, legt nur unverarbeitetes Material vor, benötigt stark gelenkte Hilfe beim Einsatz fachspezifischer Werkzeuge</li> </ul>
6	<p>Die Leistung entspricht den Anforderungen nicht. Selbst Grundkenntnisse sind so lückenhaft, dass die Mängel in absehbarer Zeit nicht behebbar sind.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Keine freiwillige Mitarbeit im Unterricht</li> <li>bei GA kein Interesse an eigenem Arbeitsanteil und an Arbeitskontakt zu Mitschülern, unkooperativ, hält sich nicht an Regeln,</li> <li>Äußerungen nach Aufforderung sind falsch</li> <li>keine Kenntnisse über die Durchführung von Experimenten</li> <li>sehr häufig keine HA</li> <li>keine Arbeitsplanung, nicht in der Lage Informationen einzuholen, mit Inhalten sachgerecht umzugehen, Werkzeuge selbst mit Hilfestellung einzusetzen.</li> </ul>

## 5.5. Grundsätze der Leistungsbewertung von Klausuren

### Zahl und Dauer der Klausuren

#### Einführungsphase:

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

#### Qualifikationsphase 1:

2 Klausuren pro Halbjahr (je 90 Minuten im GK und je 135 Minuten im LK), wobei in einem Fach die erste Klausur im 2. Halbjahr durch 1 Facharbeit ersetzt werden kann bzw. muss.

#### Qualifikationsphase 2.1:

2 Klausuren pro Halbjahr (je 135 Minuten im GK und je 225 Minuten im LK).

#### Qualifikationsphase 2.2:

1 Klausur, die – was den formalen Rahmen angeht – unter Abiturbedingungen geschrieben wird. Die zeitlichen Angaben richten sich nach den aktuellen Abiturvorgaben und können variieren.

### Zur Aufgabenstellung

Es gelten die im Kernlehrplan und in den 'Vorgaben für das Abitur' festgelegten Prinzipien für die Konstruktion von Aufgabenstellungen von Klausuren und Facharbeiten. Besonders ist auf folgende Punkte hinzuweisen:

- Die Aufgaben erfordern eine Bearbeitung fachspezifischen Materials.
- Die Bearbeitung eines Demonstrationsexperimentes ist möglich
- Der Arbeitsauftrag / die Arbeitsaufträge der Klausuraufgabe müssen erkennbar auf die drei Anforderungsbereiche „I. Wiedergabe von Sachverhalten aus einem abgegrenzten Gebiet“, „II. Selbstständiges Anwenden, Verarbeiten und Darstellen von Kenntnissen“ und „III. planmäßiges Verarbeiten komplexer Gegebenheiten mit dem Ziel, zu selbstständigen Lösungen, Gestaltungen und Deutungen, Folgerungen, Begründungen, Wertungen zu gelangen“ bezogen sein und ein hinreichend breites Schwierigkeitsspektrum repräsentieren. Die Teilaufgaben stehen in einem inneren Zusammenhang.
- Die Anlage und Aufgabenstellung hat zunehmend die Anforderungen in der schriftlichen Abiturprüfung zu berücksichtigen.
- Die Formulierung der Arbeitsaufträge orientiert sich an den festgelegten Operatoren für das Fach Biologie, die geklärt und regelmäßig eingeübt werden.

Bei der Darstellungsleistung werden folgende Aspekte unterschieden:

„Der Prüfling...

...führt seine Gedanken schlüssig, stringent und klar aus.

... strukturiert seine Darstellung sachgerecht.

... verwendet eine differenzierte und präzise Sprache.

... veranschaulicht seine Ausführungen durch geeignete Skizzen, Schemata, etc.

...gestaltet seine Arbeit formal ansprechend.“

Die Oberstufenklausuren haben ebenfalls die Funktion, die Schülerinnen und Schüler auf das Zentralabitur vorzubereiten, und richten sich daher nach den Forderungen des Zentralabiturs.

### **Zur Bewertung**

Die Leistungsbewertung in den Klausuren wird mit Blick auf die schriftliche Abiturprüfung mit Hilfe eines Kriterienrasters („Erwartungshorizont“) durchgeführt, welches neben den inhaltsbezogenen Teilleistungen auch darstellungsbezogene Leistungen ausweist. Dieses Kriterienraster wird den korrigierten Klausuren beigelegt und Schülerinnen und Schülern auf diese Weise transparent gemacht. Die Bewertung von Klausuren erfolgt gemäß den Vorgaben für das Zentralabitur, d.h. Kriterien für die Beurteilung von Klausuren sind: Gliederung der Aussagen, begriffliche Klarheit, angemessene Verwendung der Fachsprache, Klarheit der Gedankenführung, Beherrschung der im Unterricht geübten Methoden, Umfang und Genauigkeit der im Unterricht gewonnenen Kenntnisse und Einsichten, Stimmigkeit der Aussagen, Textfassung und Problemverständnis, Differenzierung zwischen Wesentlichem und weniger Wichtigem, Breite der Argumentationsbasis, Vielfalt der Aspekte und verarbeiteten Sachverhalte, Darlegung der eigenen Beurteilungskriterien, Reflexionsniveau.

Die Darstellungsleistung wird mit bis zu 10% von der Gesamtpunktzahl berücksichtigt. Die Note ausreichend soll bei Erreichen von ca. 50 % der Gesamtpunkte erteilt werden. Für die Zuordnung der Notenstufen zu den Punktzahlen ist folgende Tabelle zu verwenden.

Eine Musterklausur mit Informationen zu Voraussetzungen, Kompetenzerwartungen und Anforderungsbereichen sowie mit einem Bewertungsbogen einschließlich Musterlösung kann auf Nachfrage eingesehen werden und wird demnächst auch digital zugänglich gemacht.

## Bewertungsraster für Klausuren

Punkte	Note in Worten	Note (mit Tendenz)	Rohpunkte	Notendefinition
15	sehr gut	1+	96 %	<i>Die Leistungen entsprechen den Anforderungen in besonderem Maße.</i>
14		10	91 %	
13		1-	86 %	
12	gut	2+	81 %	<i>Die Leistungen entsprechen den Anforderungen voll.</i>
11		20	76 %	
10		2-	71 %	
9	befriedigend	3+	66 %	<i>Die Leistungen entsprechen den Anforderungen im Allgemeinen.</i>
8		30	61 %	
7		3-	56 %	
6	ausreichend	4+	51 %	<i>Die Leistungen weisen zwar Mängel auf, entsprechen aber im Ganzen noch den Anforderungen.</i>
5		40	46 %	
4	<i>schwach</i> ausreichend	4-	41 %	<i>Die Leistungen weisen Mängel auf und entsprechen den Anforderungen nur noch mit Einschränkungen.</i>
3	mangelhaft	5+	34 %	<i>Die Leistungen entsprechen den Anforderungen nicht, lassen jedoch erkennen, dass die notwendigen Grundkenntnisse vorhanden sind und die Mängel in absehbarer Zeit behoben werden können.</i>
2		50	27 %	
1		5-	20 %	
0	ungenügend	60	00 %	

Unabhängig von den genannten Aspekten kann gemäß § 13,2 APO-GOST die Gesamtnote um ein bis zwei Notenpunkte abgesenkt werden, falls die Klausur zahlreiche sprachliche Mängel aufweist.



# Bewertungsformular für Facharbeiten

Die Fachkonferenz Biologie hat sich für die Gewichtung der Teilbereiche 1 bis 5 des folgenden Bewertungsformulars für die unten stehenden prozentualen Anteile entschieden:

Fach	Bereich 1	Bereich 2	Bereich 3	Bereich 4	Bereich 5
Biologie	20%	10%	20%	40%	10%

## Bischöfliches Pius-Gymnasium Aachen Bewertungsbogen für Facharbeiten



Thema der Arbeit:

Fach: Biologie

Verfasser/in:

Abgabetermin:

1. Bewertung der Form [20 %]	(Noten-) Punkte <sup>a)</sup>
<b>Vollständigkeit der Arbeit:</b> Titelblatt (mit Thema der Arbeit, Art der Arbeit, Fach, Name Schüler/in, Name Schule, Abgabetermin des Themas, Abgabetermin der Arbeit, Benotung durch den betreuenden Lehrer), ggf. Vorwort (mit Danksagungen o.Ä.), gegliedertes Inhaltsverzeichnis (mit Seitenangaben), Einleitung (mit Motivation, Skizzierung des Vorhabens, Zielsetzung der Arbeit, zentraler Fragestellung), Hauptteil, Resümee (mit Fazit und ggf. Ausblick), ggf. Anhang (mit Fotos, Zusatzmaterial etc.), Literaturverzeichnis, Selbständigkeitserklärung	14
<b>Umfang der Arbeit:</b> ca. 8-10 Seiten (von der Einleitung bis einschließlich Resümee)	
<b>Layout der Arbeit:</b> Schriftart und -größe ( <i>Times New Roman</i> oder <i>Arial</i> - Text: 12 Punkt / Fußnoten: 10 Punkt), Zeilenabstand (Text: 1,5-fach / Fußnoten: einfach), Seitenränder (links 4-5 cm, sonst ca. 2 cm), Seitennummerierung, (Hervorhebung von) Überschriften, gliedernde Abschnitte, Zitiertechnik, Anmerkungen, Quellenangaben	
2. Bewertung der Sprachlichen Leistung [20 %]	(Noten-) Punkte <sup>a)</sup>
<b>Sprachliche Korrektheit</b> (Orthographie, Interpunktion, Grammatik)	15
<b>Angemessenheit und Klarheit des Satzbaus</b>	
<b>Präzision der Formulierungen</b>	
<b>Vermeidung von Füllwörtern und Redundanzen</b>	
<b>Vermeidung von Gedankensprüngen</b>	
3. Bewertung des methodischen Vorgehens [20 %]	(Noten-) Punkte <sup>a)</sup>
<b>Sinnvolle Planung</b>	1
<b>Korrekte Anwendung und Reflexion der Methoden des Fachs</b>	
<b>Umfang und Zweckmäßigkeit von Sekundärliteratur und anderen Materialien</b>	
<b>Anschaulichkeit der Präsentation</b> (Abbildungen, Graphiken, Tabellen, Modelle)	
<b>Verwendung der Fachsprache</b>	
4. Bewertung des Inhalts [20 %]	(Noten-) Punkte <sup>a)</sup>
<b>Themengerechte und (sach)logische Gliederung der Arbeit</b>	2
<b>Stringenz der Argumentation bzw. Schlüssigkeit der Beweisführung</b>	
<b>Begründung von Wertungen und Stellungnahmen</b>	
<b>Innovationscharakter und Kreativität des Themas</b>	
<b>Angemessenheit des Abstraktions- und Reflexionsniveau</b>	
<b>Berücksichtigung der drei Anforderungsbereiche</b> (Reproduktion, Reorganisation, Transfer)	
<b>Kritische Reflexion der eigenen Arbeit</b>	
5. Bewertung des Entstehungsprozesses [20 %]	(Noten-) Punkte <sup>a)</sup>
<b>Eigenständigkeit bei der Themenfindung und der Erstellung der Arbeit</b>	5
<b>Ablauf und Inhalt der Beratungsgespräche</b>	
<b>Umgang des Schülers / der Schülerin mit kritischen Anmerkungen der Lehrkraft</b>	

## 6. Kommentar

Hier steht dann der Kommentar...

## 7. Gesamturteil

**07 Punkte \*)**

\*) Für die Umsetzung der Noten in Punkte gilt der folgende Schlüssel:

Note	sehr gut			gut			befriedigend			ausreichend			mangelhaft			ungenügend
	+	1	-	+	2	-	+	3	-	+	4	-	+	5	-	6
Punkte	15	14	13	12	11	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	00

Aachen, den 28.01.2016

Ort / Datum

Unterschrift der Lehrkraft

## 5.6. Vorgaben des Landes NRW zum Zentralabitur

Die für den jeweils aktuellen Abiturjahrgang gültigen Abiturvorgaben für das Zentralabitur des Landes Nordrhein-Westfalen können online dem „Bildungsportal des Landes Nordrhein-Westfalen“ unter folgender Internetadresse entnommen werden:

<https://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/cms/zentralabitur-gost/uebersicht/>

## 5.7. Projektkurs

### Allgemein

Das Fach Biologie bietet in der Qualifikationsphase einen Projektkurs an, der in zwei aufeinander folgenden Halbjahren der Qualifikationsphase als zweistündiger Kurs eingerichtet wird. Der Projektkurs bietet „Schülerinnen und Schülern verstärkt die Möglichkeit zu selbstständigem und kooperativem, projekt- und anwendungsorientiertem sowie ggf. Fächerverbindendem und fächerübergreifendem Arbeiten“ (APO-GOST). Mit ihnen können sie „das eigene fachliche Profil schärfen, da in den einzelnen Projekten verstärkt wissenschaftspropädeutisches, praktisch-gestalterisches [oder auch] experimentelles [...] Arbeiten ermöglicht wird, ohne dabei direktcurricularen bzw. abschlussbezogenen Zwängen unterworfen zu sein“ (www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de).

**Beispiel für einen Kurs mit dem Thema: „Essen gut, alles gut? – eine naturwissenschaftliche Auseinandersetzung mit besonderen Aspekten der Ernährung“**

### Zielgruppe

Um eine erfolgreiche Arbeit bei entsprechender Betreuung zu ermöglichen, sollen nicht mehr als 15 Schülerinnen und Schüler am Projektkurs teilnehmen. Voraussetzung ist eine hohe Motivation und die Bereitschaft und Fähigkeit zum selbstständigen Arbeiten, zur Einarbeitung in ein neues Themengebiet sowie zum Organisieren und Experimentieren.

### Inhalte

Grundsätzlich dürfen und sollen die Schülerinnen und Schüler des Kurses selbstständig und nach eigenen Interessen ein Thema vorschlagen, das mit Ernährung zu tun hat, und dieses im Laufe des Schuljahres erarbeiten. Als Vorschläge und Denkanstöße hat die Fachschaft folgende Liste mit Themenbereichen zur Orientierung zusammengestellt:

- Nahrungsergänzungsmittel (z.B. Vitaminpräparate)
- Lebensmittel-Zusatzstoffe (Farb-, Konservierungs- und Süßstoffe, Aromen, ...)
- Genetisch veränderte Nahrungsmittel – grüne Gentechnik
- Bio-Nahrung
- Designer Food
- Ernährungsbedingte Krankheiten / Diäten (Magersucht, Bulimie, Mangelkrankungen, Diabetes,...)
- Vegetarische, Vegane Ernährung
- Toxikologie (Pestizide, vergiftete und giftige Nahrungsmittel, sekundäre Pflanzenstoffe, ...)
- Fast Food = ungesunde Ernährung?
- Vorgänge beim Kochen und Backen aus biochemischer Sicht

## **Methode**

Neben dem biologischen Themengebiet ist ein wichtiges Ziel dieses Kurses, dass die SchülerInnen die Methode des „wissenschaftlichen Arbeitens“ erlernen. Sie sollen sich in Absprache mit dem Fachlehrer auf eine Fragestellung einigen und selbstständig Hintergrundwissen aneignen. Sie müssen eine Fragestellung entwickeln, die sie untersuchen möchten und die notwendigen Experimente/ Versuchsreihen/ Fragebögen.... eigenständig ausarbeiten. Es folgt eine Durchführung der Experimente sowie ein Protokoll, welches die Ergebnisse festhält. Als letzter Schritt steht natürlich die Erklärung der Ergebnisse mit Bezug auf die zu Beginn erstellte Fragestellung und eine Evaluation der gesamten Arbeit.

Eine voraussichtliche Phasierung dieser Schritte könnte wie folgt aussehen:

Phase 1	Vorbereitendes Arbeiten, Themenfindung, Fragestellung	Quartal 1
Phase 2	Einleitende Schritte zur Versuchsmethodik	
Phase 3	Planung und Durchführung der Versuche (Datenerhebung)	Quartal 2 + 3
Phase 4	Auswertung, Dokumentation und Präsentation	Quartal 4
Phase 5	Evaluation des Projektkurses	

## **Zeitliche Einteilung**

Der Projektkurs findet in der Regel zweistündig pro Woche in der Schule statt. Allerdings ist uns wichtig, dass die Schülerinnen und Schüler auch außerschulische Lernorte für ihre Datenerhebung nutzen können (z. B. Klinikum, Biobauer, Verbraucherzentrale,...). Sie dürfen dann an einem Termin fehlen und ihre Arbeiten an den anderen Lernorten ausführen (natürlich muss eine entsprechende Bestätigung vorliegen). Zudem ist es auch möglich, dass Schülerinnen und Schüler in einer Woche mehr Zeit für den Projektkurs investieren (weil ein bestimmtes Experiment einen längeren zusammenhängenden Zeitrahmen braucht) und in der folgenden Woche weniger. Es liegt an der Lehrkraft zu überprüfen, ob sie die vorgegebenen Stunden für den Projektkurs investiert haben.

## **Produkt**

Die gesamte Arbeit muss von den Schülerinnen und Schülern fotografiert und protokolliert werden. Es kann eine Art Portfolio entstehen oder eine kleine „wissenschaftliche Arbeit“ von einigen Seiten, die die oben genannten Schritte beinhaltet. Es können auch Flyer oder Ratgeber erstellt werden. Auch hier haben die Schülerinnen und Schüler den Freiraum, eine zu ihrer Arbeit passende Darstellung und Veröffentlichung zu wählen.

Die erfolgreiche Teilnahme am Projektkurs kann eine Facharbeit ersetzen.

## 6. Lehr- und Lernmittel

Für den Biologieunterricht in der Sekundarstufe I sind am Pius-Gymnasium die folgenden Lehrbücher eingeführt:

- 5./6. Klasse: **Biologie Heute 1**, Westermann Verlag 2019, ISBN 978-3-14-152000-2 (G9)
- 9. Klasse: Linder Biologie 2, Schroedel- Verlag, 2009, ISBN 978-3-507-86606-4. (G8)
- 9./10. Klasse: Biologie Heute 2, Westermann Verlag 2021, ISBN:

Für die Einführungsphase ist ab Schuljahr 2021/22 das Lehrbuch

- Biologie Heute Einführungsphase, Westermann Verlag 2014, ISBN: 978-3-507-19810-4

angeschafft worden. Es ist an den neuen Kernlehrplan für die Sekundarstufe II angepasst.

In der Qualifikationsphase arbeiten die Schülerinnen und Schüler des Pius-Gymnasiums im Grundkurs mit dem Lehrwerk

- Biologie Heute Qualifikationsphase, Westermann Verlag 2014, ISBN:

und im Leistungskurs mit den Lehrwerken

- Grüne Reihe Materialien SII Biologie, Schroedel-Verlag: Bände zu Genetik, Ökologie, Neurobiologie sowie Evolution

Über die eingeführten Lehrwerke hinaus stehen zahlreiche Bestimmungsbücher und biologische Lexika im Biologie-Vorbereitungsraum zur Verfügung. Zudem kann über die Computer in den Biologie-Fachräumen auf eine große Auswahl an Filmen und Simulationen zurückgegriffen werden. Eine Vielzahl von Modellen zu allen Themenbereichen der Biologie findet sich ebenfalls im Biologie-Vorbereitungsraum.

## 7. Entscheidungen zu Kooperationen

Das Fach Biologie verfügt über einen festen Kooperationspartner, der optional insbesondere im Rahmen von Facharbeiten oder Projektkursen mit Schülerinnen und Schülern zusammenarbeitet:

**Gesellschaft für Produktionshygiene und Sterilitätssicherung mbH**

Talbotstr. 21

52068 Aachen

Ansprechpartner: Holger Stockem (Dipl. Biologe/ Technischer Leiter/ Technischer Manager)

<http://www.gfps.de>

Die Firma arbeitet in der Mikrobiologie (mit Bakterien und Pilzen) und überprüft im Wesentlichen die hygienische Qualität von medizinischen Geräten und ist damit auch bei klinischen Problemen auf diesem Gebiet gefragt.

Folgende Formen der Zusammenarbeit sind möglich:

- Besuch der Firma mit Oberstufenkursen, die dadurch Einblick in das mikrobiologische Arbeiten bekommen (Thema im LK in der Oberstufe)
- praktische Arbeiten für entsprechende Facharbeiten oder Projektkurse können hier durchgeführt werden
- Girls' Day: Schülerinnen besuchen den Betrieb
- Berufspraktikum ist hier möglich

In der Jahrgangsstufe 9 haben die Schüler in der Unterrichtsreihe zur Sexualerziehung Gelegenheit, dem **Urologen Dr. Schumacher** Fragen zur Sexualität zu stellen, während für die Schülerinnen die **Gynäkologin Dr. Lutz-Wirtz** für Fragen und Antworten zur Verfügung steht.

Zudem bieten folgende **außerschulische Lernorte** eine besondere Möglichkeit zu der Auseinandersetzung mit dem Fach Biologie:

- **RWTH-Aachen:**
  - genetische Beratung der medizinischen Abteilung; Schülerbesuche (insbesondere im LK), bei denen die Arbeit/ Beratung mit möglichen Elternpaaren vorgestellt wird und anschließend die Labore besucht werden (Thema in der Oberstufe, Q1 – Humangenetik)
  - Neurobiologie: Besuch mit Schülergruppen (insbesondere im LK) und Demonstrationen der Arbeit (Thema in Q2)
  - Tag der Biologie: Schülergruppen schauen sich Labore an verschiedenen Lehrstühlen an, sehen Vorlesungen und werden über Arbeitsfelder und Studiengänge informiert
  - Tag der offenen Tür: alle Fakultäten stellen sich vor

- Besuch des **Forschungszentrums Jülich**: Neurobiologie; Arbeiten der verschiedenen Fachbereiche, fächerübergreifend mit Informatik und Physik (optional)
- **Patenschaft für den Goldbach**

## **8. Qualitätssicherung und Evaluation**

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

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