

---

---

# Europagymnasium Kerpen

## Schulinterner Lehrplan

(Stand 25.01.2025)

Überarbeitet wurden EF und Q-Phase nach Konkretisierung und geringfügigen Änderungen des BezReg-Vorschlages für ein schulinternes Curriculum

In Q-Phase wurde GK und LK in einer Tabelle geführt, Textfarbe schwarz gilt für beide, grün nur LK, in rot sind obligatorische Fachbegriffe gelistet, um Bearbeitungstiefe zu verdeutlichen.

Jahrgang 10 ist nur teils überarbeitet Stand 19.9.24

Jahrgänge 5, 6, und 8 sind Stand 1.3.23

# Biologie

Inhalt	Seite
<b>1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit</b>	<b>3</b>
1.1 Schulgelände	3
1.2 Unterrichtsräume	3
1.3 Außerschulische Partner und Exkursionen	4
1.4 Stundenverteilung	4
1.5 Individuelle Förderung	5
1.6 Ansprechpartner	5
<b>2 Entscheidungen zum Unterricht</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit</b>	<b>6</b>
2.1.1 Überfachliche Grundsätze	6
2.1.2 Fachliche Grundsätze	6
<b>2.2 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung</b>	<b>7</b>
2.2.1 Leistungsrückmeldung und Beratung	7
2.2.2 Beurteilungsbereich: Sonstige Mitarbeit	7
2.2.3 Beurteilungsbereich: Klausuren	10
2.2.4 Abitur	12
<b>2.3 Lehr- und Lernmittel</b>	<b>12</b>
2.3.1 Biologiesammlung	12
2.3.2 Lehrwerk	12
<b>3 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen</b>	<b>13</b>
<b>3.1 Fortbildungskonzept</b>	<b>13</b>
<b>3.2 Vorbereitung auf die Erstellung der Facharbeit</b>	<b>13</b>
<b>3.3 Exkursionen</b>	<b>13</b>
<b>3.4 Qualitätssicherung und Evaluation</b>	<b>13</b>
<b>4 Unterrichtsvorhaben</b>	<b>14</b>
<b>4.1 Unterrichtsvorhaben in der Sek I</b>	<b>25</b>
IF 1: Vielfalt & Anpassbarkeit von Lebewesen (Jgst. 05)	25
IF 2: Mensch und Gesundheit (Jgst. 06)	30
IF 3: Sexualerziehung (Jgst. 06)	34

---

IF 4: Ökologie & Naturschutz (Jgst. 08)	36
IF 5: Sexualerziehung (Jgst. 08)	39
IF 6: Mensch & Gesundheit (Jgst. 10)	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
IF 7: Genetik (Jgst. 10)	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
IF 8: Evolution (Jgst. 10)	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
<b>4.2 Unterrichtsvorhaben in der Sek II</b>	
IF 1: Biologie der Zelle (Jgst. 11)	Fehler! Textmarke nicht definiert.
IF 2: Energiestoffwechsel (Jgst. 11)	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
IF 3: Genetik (Jgst. 12)	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
IF 4: Ökologie (Jgst. 12)	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
IF 5: Neurobiologie (Jgst. 13)	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
IF 6: Evolution (Jgst. 13)	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
<b>5 Übersicht über die Kompetenzen (G9)</b>	<b>99</b>

---

# 1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

Der Biologieunterricht soll das Interesse an naturwissenschaftlichen Fragestellungen wecken und die Grundlage für das Lernen in Studium und Beruf in diesem Bereich vermitteln. Dabei werden fachlich und bioethisch fundierte Kenntnisse erworben, die die Basis zur Bildung eigener Standpunkte und verantwortlicher Handlungsentscheidungen bilden. Hervorzuheben sind hierbei die Aspekte Ehrfurcht vor dem Leben in seiner ganzen Vielfalt, Nachhaltigkeit, Umweltschutz, ästhetische Naturerfahrung, gesundheitsbezogener Umgang mit dem eigenen Körper und allgemeine ethische Grundsätze. Es ist uns zudem ein besonderes Anliegen im Unterricht an geeigneten Stellen auf mögliche Berufsfelder hinzuweisen und diese kritisch zu diskutieren. In diesem Curriculum wird dies exemplarisch an einigen Beispielen aufgezeigt.

In nahezu allen Unterrichtsvorhaben wird den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit gegeben, Schülerexperimente durchzuführen. Von vielen Kolleginnen und Kollegen werden kooperative, die Selbstständigkeit des Lerners fördernde Unterrichtsformen genutzt, sodass ein individualisiertes Lernen unterstützt wird. Die Einführung und Fortführung spezifischer Methoden erfolgt gemäß dem schulinternen fächerübergreifenden Methodencurriculum und ist daher hier nicht explizit aufgeführt.

Das Gymnasium Kerpen wurde im November 2013 von den Initiativen der deutschen Wirtschaft „MINT Zukunft schaffen“ als „**MINT freundliche Schule**“ ausgezeichnet. Seit November 2017 hält sie die Anwartschaft auf die Auszeichnung MINT-EC-Schule.

In Bezug auf den im Schulkonzept verankerten Leitgedanken der Nachhaltigkeit, nimmt die Schule an verschiedenen Energiesparprogrammen der Stadt und am Aktionstag „Kerpen soll sauber bleiben“ teil, deren Organisation hauptverantwortlich bei den Fachschaften Biologie und Physik liegt.

## 1.1 Schulgelände

Das Gymnasium der Stadt Kerpen - Europaschule liegt am Rande des Stadtzentrums. Die Schule und deren Umfeld bieten vielfältige Möglichkeiten im Rahmen des Unterrichts, einer Facharbeit oder eines außerunterrichtlichen Projektes das Schulgelände und die nähere Umgebung zu erforschen. Auf dem Schulgelände finden sich z.B.:

- ein ca. 900 Quadratmeter großer Weiher in einem Feuchtbiotop, der u.a. einigen Amphibienarten als Laichgewässer dient,
- ein Innenhof, der zur Haltung von Hühnern und Meerschweinchen umgestaltet wurde. Dort befindet sich zudem ein kleiner eutropher Teich mit verschiedenen Wasserpflanzenarten,
- ein Lichtflur zur Haltung und Züchtung diverser Tier- und Pflanzenarten (z.B. Fische, Axolotl, Schnecken, Insekten)
- eine 12 m lange Trockenmauer aus Basalt als Lebensraum für verschiedene Wärme liebende Tier- und Pflanzenarten,
- eine ca. 1400m<sup>2</sup> große Blumenwiese mit typischen Pflanzen der Region, weitere Wiesen sowie ein begrüntes Areal mit ca. 3000 Bäumen und Sträuchern unterschiedlicher Arten.

## 1.2 Unterrichtsräume

Die fünf vorhandenen **Biologiefachräume** wurden in den vergangenen Jahren vollständig renoviert. Entsprechend den sicherheitstechnischen und methodischen Anforderungen an naturwissenschaftliche Unterrichtsräume sind sie mit Energiesäulen, Experimentaltischen und Smartboards, fest installiertem Computer und Internetzugang ausgestattet. Zusätzlich verfügt die Fachgruppe Biologie über eine mobile Laptop-Beamer-Einheit. Die Fachräume werden für Ferienkurse der Hochbegabtenstiftung genutzt, die zum Teil von Kolleginnen und Kollegen angeboten werden.

Zur Mitnutzung innerhalb der Schulgemeinschaft stehen zur Verfügung:

- sechs Computer-Räume mit jeweils 16 Schülerrechner, einer davon im naturwissenschaftlichen Trakt neben den Biologiefachräumen.
- Selbstlernzentrum der Oberstufe in der Bibliothek mit 18 Computern

- acht weitere Computerarbeitsplätze in der Bibliothek
- ein Klassensatz i-Pads
- 4 Kisten á 10 i-Pads

Alle PC-Arbeitsplätze sind seit 2010 miteinander im „Schulnetzwerk Europa“ vernetzt, welches nach dem Prinzip „Schulgerechter Netzwerke“(SGNW) konfiguriert ist. Jeder Lehrer und jeder Schüler hat ein eigenes Benutzerkonto und einen persönlichen Datenbereich, der schulintern von jedem Arbeitsplatz aus erreichbar ist und daher ein effektives Arbeiten mit neuen Medien ermöglicht. Entsprechende Lernsoftware (z.B. zur Gentechnik) ist im Klassensatz angeschafft worden.

### 1.3 Außerschulische Partner und Exkursionen

Die Schule bezieht außerschulische Lernorte und Partner in die Unterrichtsgestaltung ein:

- Exkursionen in Biotope in unmittelbarer Nähe der Schule zur Durchführung ökologischer Untersuchungen wie z.B. FFH- Gebiete (Dickbusch und Lörsfelder Busch), Äcker, Gärten, eine Kleingartenanlage und der Neffelbach
- Regelmäßige Teilnahme von Schülern an Veranstaltungen des Leistungszentrums für Naturwissenschaften & Umwelt in Frechen.
- Exkursion der 5. Klassen den Kölner Zoo zur Untersuchung der Anpassung von Tiere an extreme Lebensräume (erste Erfahrungen in wissenschaftlicher Recherche und Präsentation).
- Exkursion der 7. Klassen zum „Odysseum“ in Köln im Rahmen der naturwissenschaftlichen Projektwoche (s.u.) statt.
- Exkursion des Leistungskurses in der Q1 in das Gentechniklabor des KölnPub (Public understanding and Biotechnologie) mit praktischer Arbeit.
- dreitägige Exkursion des Leistungskurses in der Q1 zum Naturschutzgebiet „Heiliges Meer“ mit Unterbringung in der biologischen Station (Außenstelle des Naturkundemuseums Münster) zur Durchführung eines limnologischen Praktikums.

Neben diesen regelmäßigen Angeboten gibt es zahlreiche weitere Exkursionen (z.B. zum Museum Alexander Koenig in Bonn oder zum Neanderthalmuseum in Mettmann), die von den einzelnen Kollegen der verschiedenen Fachgruppen im Rahmen des Unterrichts durchgeführt werden.

### 1.4 Stundenverteilung

Das Fach Biologie ist in der Einführungsphase (EF) in der Regel mit sechs bis acht Grundkursen vertreten. In der Qualifikationsphase (Q) können auf Grund der Schülerwahlen mehrere Grundkurse und mindestens ein Leistungskurs fortgeführt werden. Zusätzlich wird aktuell ein Projektkurs zur Verhaltensbiologie angeboten.

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

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

---

Der Unterricht an der Schule wird in der Regel in Doppelstunden erteilt, was zusammen mit der guten Ausstattung der Sammlung und Fachräume experimentellen Unterricht erleichtert.

## 1.5 Individuelle Förderung

Über den eigentlichen Fachunterricht hinaus, erhalten die Schülerinnen und Schüler ein vielfältiges Angebot zur individuellen Förderung:

In der Sek. I können verschiedene **Wahlpflichtkurse** im Bereich MINT belegt werden:

- Biologie/Erdkunde mit Schwerpunkt Umwelt
- Biologie/Chemie
- Physikalisch-Technische Informatik
- Mathematisch-Naturwissenschaftliche Informatik
- Fahrzeug-Technik

Zudem finden regelmäßig jahrgangsübergreifende **Projekte** bzw. **Arbeitsgemeinschaften** statt:

- Kleintier-AG für Schülerinnen und Schüler der Stufe 5-7
- MINT-Tag für die Jahrgangsstufe 6: Durchführung und Präsentation praxisbezogener Projekte.
- NW-Projektwoche der Jahrgangsstufe 7: „Ein Forschungsprojekt planen, durchführen und auswerten“ - Nachvollzug des naturwissenschaftlichen Wegs der Erkenntnisgewinnung an selbst gewählten Projekten.
- Projektkurs Verhaltensökologie in Kooperation mit dem Kölner Zoo und dem Museum Koenig (Bonn)

Besonders interessierte und leistungsstarke Schülerinnen und Schüler haben die Möglichkeit im Rahmen einer jahrgangsstufenübergreifenden AG an folgenden **Wettbewerben** teilzunehmen:

- Bio-logisch
- Bio - echt kuh-l
- Chem-pions
- Schüler experimentieren
- Jugend forscht
- Bio-Olympiade

Ebenso existieren zusätzliche Förderangebote für leistungsschwächere Schüler im Rahmen des Unterrichts durch **binnendifferenzierende Maßnahmen**, z.B. leistungsdifferenzierte Aufgabenstellungen und gestufte Hilfen. Darüber hinaus können Unterrichtsinhalte im Rahmen des **workshops** materialgestützt aufgearbeitet werden.

## 1.6 Ansprechpartner

- Fachvorsitz Biologie: Herr Dr. Spieler, Frau Zuber (Vertreter)
- Sammlungsleitung: Herr Dr. Spieler
- Tier- und Pflanzenpflege: Herr Dr. Spieler, Herr Neifer, Herr Schoenen (Mehrschweinchen)
- Sicherheitsbeauftragter: Herr Glasmacher
- MINT-EC-Zertifikat: Frau Skiba

---

## **2 Entscheidungen zum Unterricht**

### **2.1 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit**

In Absprache mit der Lehrerkonferenz sowie unter Berücksichtigung des Schulprogramms hat die Fachkonferenz Biologie die folgenden fachmethodischen und fachdidaktischen Grundsätze beschlossen. In diesem Zusammenhang beziehen sich die Grundsätze 1 bis 5 auf fächerübergreifende Aspekte, die auch Gegenstand der Qualitätsanalyse sind, die Grundsätze 6 bis 16 sind fachspezifisch angelegt.

#### **2.1.1 Überfachliche Grundsätze**

Der Unterricht

- 1) fördert und fordert eine aktive Teilnahme der Lerner.
- 2) fördert die Zusammenarbeit zwischen den Lernenden und bietet ihnen Möglichkeiten zu eigenen Lösungen.
- 3) gibt dem Lerner Gelegenheit zu selbstständiger Arbeit und unterstützt dabei.
- 4) fördert strukturierte und funktionale Einzel-, Partner- bzw. Gruppenarbeit sowie Arbeit in kooperativen Lernformen.
- 5) fördert strukturierte und funktionale Arbeit im Plenum.

#### **2.1.2 Fachliche Grundsätze**

Der Biologieunterricht

- 1) orientiert sich an den im gültigen Kernlehrplan ausgewiesenen, obligatorischen Kompetenzen.
- 2) problemorientiert und an Unterrichtsvorhaben und Kontexten ausgerichtet.
- 3) ist kumulativ, d.h. er knüpft an die Vorerfahrungen und das Vorwissen der Lernenden an und ermöglicht das Erlernen von neuen Kompetenzen.
- 4) fördert vernetzendes Denken und zeigt dazu eine über die verschiedenen Organisationsebenen bestehende Vernetzung von biologischen Konzepten und Prinzipien mithilfe von Basiskonzepten auf.
- 5) folgt dem Prinzip der Exemplarizität und gibt den Lernenden die Gelegenheit, Strukturen und Gesetzmäßigkeiten möglichst anschaulich in den ausgewählten Problemen zu erkennen.
- 6) ist in seinen Anforderungen und im Hinblick auf die zu erreichenden Kompetenzen für die Lerner transparent.

---

## 2.2 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Auf der Grundlage von § 48 SchulG, § 13 APO-GOST sowie Kapitel 3 des Kernlehrplans Biologie hat die Fachkonferenz im Einklang mit dem entsprechenden schulbezogenen Konzept die nachfolgenden Grundsätze zur Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung beschlossen. Die Beurteilungsbereiche Sonstige Mitarbeit und Klausuren fließen zu je 50% in die Endnote ein.

### 2.2.1 Leistungsrückmeldung und Beratung

Für Präsentationen, Arbeitsprotokolle, Dokumentationen und andere Lernprodukte der sonstigen Mitarbeit erfolgt eine Leistungsrückmeldung, bei der inhalts- und darstellungsbezogene Kriterien angesprochen werden. Hier werden sowohl zentrale Stärken als auch Optimierungsperspektiven für jede Schülerin bzw. jeden Schüler hervorgehoben. Nach jedem Inhaltsfeld werden unterschiedliche diagnostische Verfahren zur Reflektion und Selbsteinschätzung eingesetzt. Dem Schüler wird so über eine wertungsfreie Diagnose eine Rückmeldung über seinen Lernprozess gegeben.

### 2.2.2 Beurteilungsbereich: Sonstige Mitarbeit

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

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

In der Sek I sind maximal 2 schriftliche Leistungsüberprüfungen von je ca. 20min. pro Halbjahr angedacht, die sich inhaltlich maximal auf die 2-3 vorangegangenen Unterrichtsblöcke beziehen. Sie werden gewichtet wie die Mitarbeit von jeweils 2-3 Unterrichtsblöcken. Dieselbe Gewichtung erfolgt bei der Anfertigung von Präsentationen wie Referaten, Plakaten u.s.w..

Das nachgenannte Leistungskonzept bezieht sich maßgeblich auf Vorarbeiten des Ernst-Mach-Gymnasiums in Hürth:

#### Beurteilungsbereich Unterrichtsgespräch:

Kriterien	Berücksichtigung der Kriterien / Notenbereiche
<ul style="list-style-type: none"><li>• dem Unterricht aufmerksam folgen</li><li>• bereit sein, auf Fragestellungen einzugehen</li><li>• Fachkenntnisse und -methoden sachgerecht einbringen</li><li>• Ergebnisse zusammenfassen</li><li>• Beiträge strukturieren und präzise formulieren</li><li>• sinnvolle Beiträge zu schwierigen und komplexen Fragestellungen erbringen</li></ul>	<p><i>Gering: ausreichend</i></p> <p>↓</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• problemorientierte Fragestellungen entwickeln</li> <li>• den eigenen Standpunkt begründen, zur Kritik stellen und ggf. korrigieren</li> <li>• Beiträge und Fragestellungen anderer aufgreifen, prüfen, fortsetzen und vertiefen</li> <li>• Ergebnisse reflektieren und eine Standortbestimmung vornehmen</li> </ul>	<p><i>In hohem Maße: gut bis sehr gut</i></p>
--	---

#### Beurteilungsbereich Partner-/Gruppenarbeit:

Kriterien	Berücksichtigung der Kriterien / Notenbereiche
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beiträge aufmerksam und aufgeschlossen anhören</li> <li>• Kommunikationsregeln anwenden und einhalten</li> <li>• im Rahmen der zur Verfügung gestellten Unterrichtszeit effizient arbeiten</li> <li>• Beiträge anderer würdigen und im Hinblick auf die Aufgabenstellung nutzen</li> <li>• Fragen und Problemstellungen erfassen</li> <li>• sich an Planung, Arbeitsprozess und Ergebnisfindung aktiv beteiligen</li> <li>• fachspezifische Kenntnisse und Methoden anwenden</li> <li>• geeignete Präsentationsformen wählen</li> <li>• selbstständig Fragen. und Problemstellungen entwickeln</li> <li>• Arbeitswege, Organisation und Steuerung selbstständig planen</li> </ul>	<p><i>Gering: ausreichend</i></p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p><i>In hohem Maße: gut bis sehr gut</i></p>

#### Beurteilungsbereich Mappen/Protokolle

Kriterien	Berücksichtigung der Kriterien / Notenbereiche
<p><b>Mappen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vollständigkeit</li> <li>• Ordnung (Deckblatt, Inhaltsverzeichnis, Arbeitsblätter, Mitschriften, Datum), Sorgfalt (Schriftbild, Übersichtlichkeit, Sauberkeit)</li> <li>• vollständig bearbeitete und korrekt ausgefüllt Arbeitsblätter</li> <li>• kreative Ausgestaltung</li> <li>• sinnvolle eigene Beiträge</li> </ul> <p><b>Protokolle</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vollständigkeit</li> <li>• sachliche Richtigkeit</li> <li>• sachlogische Abfolge</li> <li>• strukturierte und sprachlich angemessene Darstellungsform</li> </ul>	<p><i>Gering: ausreichend</i></p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p><i>In hohem Maße: gut bis sehr gut</i></p>

## Referate / Präsentationen (Plakate, Power-Point-Präsentationen etc.)

	<i>Positiv</i>	<i>Negativ</i>
Vortragsform	<ul style="list-style-type: none"> <li>• weitgehend freier Vortrag</li> <li>• Verwendung eigener Formulierungen</li> <li>• Erklärung von Fachausdrücken</li> <li>• (Blick-) Kontakt mit den Zuhörern</li> <li>• deutliche, klare Aussprache</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vollständiges Ablesen vom Manuskript</li> <li>• Benutzung von Fachausdrücken ohne angemessene Erklärungen</li> <li>• lehrerfixiert</li> <li>• zu leise, undeutliche Aussprache</li> </ul>
Aufbau / Visualisierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• klare Gliederung der Gesichtspunkte</li> <li>• sinnvoller Einsatz von Medien und Erläuterung derselben (Bilder, Karten, etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• weniger sinnvolle Aneinanderreihung der Aspekte / kaum erkennbare Logik</li> <li>• überflüssiger / kein Medieneinsatz, nur verbaler Vortrag</li> </ul>
Sachliche Richtigkeit und Vollständigkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse und Darstellung der Zusammenhänge vollständig</li> <li>• Thema gut recherchiert bzw. vollständig aufgearbeitet</li> <li>• gutes Hintergrundwissen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lücken in der Darstellung, fehlende Zusammenhänge</li> <li>• fehlende thematische Aspekte</li> <li>• kaum Hintergrundwissen</li> </ul>
Zusammenfassung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiederholung der wichtigsten Aspekte und Kernaussagen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keine Zusammenfassung</li> </ul>
Rückkopplung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interaktion mit der Lerngruppe, z.B. Vermutungen äußern, Fragen aus der Lerngruppe zum Schluss des Referates, Bilder kommentieren lassen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keine Interaktion mit der Lerngruppe, z.B. keine Fragen, keine Rückkopplung</li> </ul>
Thesenpapier	<ul style="list-style-type: none"> <li>• optisch gute Aufbereitung</li> <li>• leichte und schnelle Erfassbarkeit wesentlicher thematischer Aspekte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nur Fließ-/Text</li> <li>• keine Übersichtlichkeit</li> </ul>
Einhalten von Vorgaben	<ul style="list-style-type: none"> <li>• termingerechte Fertigstellung</li> <li>• Präsentation zum vereinbarten Zeitpunkt</li> <li>• Einhaltung von Zeitvorgaben bzgl. der Vortragsdauer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keine Einhaltung von terminlichen und zeitlichen Vorgaben</li> </ul>

### 2.2.3 Beurteilungsbereich: Klausuren

Die Teilaufgaben der Klausuren sind inhaltlich nach Möglichkeit den in den jeweiligen Halbjahren behandelten Inhaltsfeldern zugeordnet. In Einzelfällen kann eine der Teilaufgaben auch aus dem jeweils vorhergehenden Inhaltsfeld stammen.

- **Einführungsphase:** jeweils eine Klausur pro Halbjahr (je 90 Minuten).
- **Qualifikationsphase 1:** zwei Klausuren (je 90 Minuten im GK und je 135 Minuten im LK), wobei die erste Klausur im 1. Halbjahr durch eine Facharbeit ersetzt werden kann bzw. muss.
- **Qualifikationsphase 2.1:** zwei Klausuren (je 135 Minuten im GK und je 180 Minuten im LK).
- **Qualifikationsphase 2.2:** eine Klausur, die – was den formalen Rahmen angeht – unter Abiturbedingungen geschrieben wird.

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 individuell erstellt und kann von Schülerinnen und Schülern eingesehen werden.

Die Anforderungsbereiche sowie der Darstellungsleistung werden wie folgt gewichtet:

AFBI ~30%  
AFB II ~45%  
AFB III ~15%  
Darstellungsleistung ~10%

Konkret kann bei der Leistungsbewertung eine Punktvergabe wie folgt aussehen:

				Bsp.	$\Sigma$
Teilaufgabe 1	Inhaltliche Leistung	AFB I	15%	18 Punkte	54 Punkte
		AFB II	22,5%	27 Punkte	
		AFB III	7,5%	9 Punkte	
	Darstellungsleistung		5%	6 Punkte	6 Punkte
Teilaufgabe 2	Inhaltliche Leistung	AFB I	15%	18 Punkte	54 Punkte
		AFB II	22,5%	27 Punkte	
		AFB III	7,5%	9 Punkte	
	Darstellungsleistung		5%	6 Punkte	6 Punkte

Es werden einheitlich die vom Schulministerium für das Fach Biologie vorgegebenen Korrekturzeichen verwendet.

Zum Zwecke der Standardsicherung soll die Konzeption, Korrektur und Bewertung von Klausuren in der Oberstufe innerhalb der Biologie-Fachschaft exemplarisch nach dem kontrollierenden Vier-Augen-Prinzip erfolgen. Es besteht die Möglichkeit Parallelarbeiten zu schreiben.

Die Schülerinnen und Schüler werden zu Beginn eines jeden Schuljahres über die Gewichtung der Anforderungsbereiche sowie die Notenverteilung informiert.

Die Notenverteilung orientiert sich an der des Zentralabiturs und ergibt sich wie folgt:

**Grundkurs (GK):**

Erreichte Punkte	Notenpunkte	Note		Anteil der erwarteten Gesamtleistung [%]
0-23	0	6	Ungenügend	0-19
24-32	1	5-	Mangelhaft	20-39
33-39	2	5,0		
40-47	3	5+		
48-53	4	4-	Ausreichend	40-54
54-59	5	4,0		
60-65	6	4+		
66-71	7	3-	Befriedigend	55-69
72-77	8	3,0		
78-83	9	3+		
84-89	10	2-	Gut	70-84
90-95	11	2,0		
96-101	12	2+		
102-107	13	1-	Sehr gut	85-100
108-113	14	1,0		
114-120	15	1+		

**Leistungskurs (LK):**

Erreichte Punkte	Notenpunkte	Note		Anteil der erwarteten Gesamtleistung [%]
0-29	0	6	Ungenügend	0-15
30-40	1	5-	Mangelhaft	16-30
41-49	2	5,0		
50-59	3	5+		
60-67	4	4-	Ausreichend	31-45
68-74	5	4,0		
75-82	6	4+		
83-89	7	3-	Befriedigend	46-60
90-97	8	3,0		
98-104	9	3+		
105-112	10	2-	Gut	61-80
113-119	11	2,0		
120-127	12	2+		
128-134	13	1-	Sehr gut	81-100
135-142	14	1,0		
143-150	15	1+		

---

---

## **2.2.4 Abitur**

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

## **2.3 Lehr- und Lernmittel**

### **2.3.1 Biologiesammlung**

Die Schule verfügt über eine umfangreiche Biologiesammlung. Lichtmikroskope und Fertigpräparate zu verschiedenen Zell- und Gewebetypen sowie Stereolupen sind in Kursstärke vorhanden. Der BlueGenes Koffer, zusätzliche Eppendorfpipetten, ein Autoklav, Analyse-Koffer zur physikalischen und chemischen Untersuchung von Gewässern sind ebenso vorhanden wie Temperaturorgeln. Zur besseren Visualisierung und Diskussion von Versuchen und Kleinstobjekten stehen ein Visualisier und eine Binokular- und Mikroskopkamera zur Verfügung, die direkt über einen Beamer Großbilder projizieren können. Neben einer Vielzahl von Experimentiermaterialien besitzt die Schule viele moderne, drahtlose und mobile Messinstrumente, mit denen die Schülerinnen und Schüler Messungen an verschiedensten Orten, auch außerhalb des Schulgebäudes, durchführen können. Die Messdaten können gespeichert und mithilfe des Computers ausgewertet werden. Zudem ist eine Vielzahl von Modellen vorhanden (z.B. tierische, pflanzliche Zelle, Blattaufbau, DNA, Hominidenschädel, Skelette und Simulationsapparaturen und Funktionsmodelle zu Nervenzellen, Atmung, Kreislauf u.s.w.). Die Fachkonferenz Biologie stimmt sich kontinuierlich bezüglich der in der Sammlung vorhandenen Gefahrstoffe mit der dazu beauftragten Lehrkraft der Schule ab. Eine Inventarisierung aller in der Biologie verwendeten Chemikalien inklusive der Gefahreinschätzung nach aktuellen Vorgaben liegt als Print und Digital vor.

### **2.3.2 Lehrwerk**

Als Lehrwerk ist in allen Jahrgangsstufen durchgehend das Buch „Natura“ des Klett-Verlags eingeführt. Die in den einzelnen Jahrgangsstufen genutzten Auflagen sind:

- Jahrgangsstufe 5/6: Natura 1 – Biologie für Gymnasien NRW, 1. Auflage 2009
- Jahrgangsstufe 8/9: Natura 1 – Biologie für Gymnasien NRW, 1. Auflage 2010
- Jahrgangsstufe EF: Natura – Biologie für Gymnasien NRW Einführungsphase, Ausgabe 2014, 1. Auflage 2014
- Jahrgangsstufe QF: Natura – Biologie für Gymnasien NRW Qualifikationsphase, Ausgabe 2015, 1. Auflage 2015

---

## 3 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen

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

### 3.1 Fortbildungskonzept

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

### 3.2 Vorbereitung auf die Erstellung der Facharbeit

Um eine einheitliche Grundlage für die Erstellung und Bewertung der Facharbeiten in der Jahrgangsstufe Q1 zu gewährleisten, findet am Gymnasium Kerpen im Vorfeld des Bearbeitungszeitraums während der „Wanderwoche“ eine fachübergreifende Informationsveranstaltung statt. Das Gymnasium Kerpen hat schulinterne Richtlinien für die Erstellung und Bewertung einer naturwissenschaftlichen Arbeit angefertigt, die die unterschiedlichen Arbeitsweisen im naturwissenschaftlichen Fachbereich berücksichtigen.

### 3.3 Exkursionen

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

#### Q1.1: Besuch eines Schülerlabors

**Schülerlabor des KölnPUB e.V.** (Isolierung von Erbsubstanz (DNA) aus Bakterien und Gemüsen, Analyse von DNA mit Restriktionsenzymen, Polymerasekettenreaktion (PCR), Gelelektrophorese und genetisches Transformationsexperiment, Experimente rund um Southern Blot")

#### Q1.2: Ökologische Exkursion

**Limnologische Exkursion zum „Heiligen Meer“** (Lebensraumvielfalt, Bestimmung von Gewässerparametern, Aufnahme von Vertikalprofilen, Vegetationszonierung, Planktonuntersuchung, Naturschutz und Schutzmaßnahmen.)

### 3.4 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. Am Ende des Schuljahres werden die Erfahrungen des vergangenen Schuljahres in der Fachschaft gesammelt, bewertet und eventuell notwendige Konsequenzen und Handlungsschwerpunkte formuliert.

---

## 4 Unterrichtsvorhaben

Die Darstellung der Unterrichtsvorhaben im schulinternen Lehrplan besitzt den Anspruch, sämtliche in den Kernlehrplänen angeführten Kompetenzen auszuweisen. Dies entspricht der Verpflichtung jeder Lehrkraft, den Lernenden Gelegenheiten zu geben, alle Kompetenzerwartungen der Kernlehrpläne auszubilden und zu entwickeln.

Die Unterrichtsvorhaben wurden zur Gewährleistung vergleichbarer Standards sowie zur Absicherung von Lerngruppen- und Lehrkraftwechseln durch Fachkonferenzbeschluss festgelegt.

Die exemplarische Ausgestaltung der „konkretisierten Unterrichtsvorhaben“ hat lediglich empfehlenden Charakter, abgesehen von den in der zweiten Spalte im Fettdruck hervorgehobenen verbindlichen Fachkonferenzbeschlüssen.

Die konkretisierten Kompetenzerwartungen sind verbindlich, die Abfolge der didaktischen Leitfragen ist abgestimmt, in begründeten Einzelfällen kann jedoch davon abgewichen werden.

In der SI werden die prozessbezogenen Kompetenzen soweit möglich bestimmten Unterrichtsmethodiken zugeordnet. Sie sind dann im Lehrplan nur mit ihrer Nummerierung aufgeführt, jedoch nicht ausformuliert, und können im Kapitel 5 (Übersicht über die Kompetenzen) nachgelesen werden.

In der SII wird zu Beginn eines Inhaltsfeldes das Vorwissen (aus SI bzw. EF) mit Selbsteinschätzungsbögen selbständig von den Schülerinnen und Schülern evaluiert und bei Bedarf mit den dort angegebenen Materialien reaktiviert bzw. wiederholt.

In der Sek I wurde auf die Angabe der Zeiten grundsätzlich verzichtet, um eine höhere Flexibilität zu ermöglichen.

Der in der Sek II 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. Eine Übersicht der Unterrichtsinhalte der SII folgt:

<b>Inhaltsfeld 1: Biologie der Zelle (Jgst.11)</b>	
<p><u>Unterrichtsvorhaben I:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> Kein Leben ohne Zelle I – <i>Wie sind Zellen aufgebaut und organisiert?</i></p> <p><b>SI-Vorwissen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umgang mit dem Mikroskop</li> <li>• Bau und Funktion der tierischen und pflanzlichen Zellen</li> <li>• Anfertigen biologischer Zeichnungen</li> </ul> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF1 Wiedergabe</li> <li>• UF2 Auswahl</li> <li>• K1 Dokumentation</li> </ul> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zellaufbau</li> <li>• Stofftransport zwischen Kompartimenten (Teil1)</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 12h.à 45 min.</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben III:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> Kein Leben ohne Zelle II– <i>Welche Bedeutung haben Zellkern und Nukleinsäuren für das Leben?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF4Vernetzung</li> <li>• E1Probleme und Fragestellungen</li> <li>• K4 Argumentation</li> <li>• B4 Möglichkeiten und Grenzen</li> </ul> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktion des Zellkerns</li> <li>• Zellverdopplung und DNA</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 14h.à45 min.</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben II:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> Erforschung der Biomembran – <i>Welche Bedeutung haben technischer Fortschritt und Modelle für die Forschung?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• K1 Dokumentation</li> <li>• K2Recherche</li> <li>• K3 Präsentation</li> <li>• E3 Hypothesen</li> <li>• E6 Modelle</li> <li>• E7 Arbeits- und Denkweisen</li> </ul> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biomembranen</li> <li>• Stofftransport zwischen Kompartimenten (Teil 2)</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 22h. à 45 min.</p>	
<b>Inhaltsfeld 2: Energiestoffwechsel (Jgst.11)</b>	
<p><u>Unterrichtsvorhaben I:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> Enzyme im Alltag – <i>Welche Rolle spielen Enzyme in unserem Leben?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• E2 Wahrnehmung und Messung</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• E5 Auswertung</li> </ul> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enzyme</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 19h. à 45 min.</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben II:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> Biologie und Sport – <i>Welchen Einfluss hat körperliche Aktivität auf unseren Körper?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• B1 Kriterien</li> <li>• B2 Entscheidungen</li> <li>• B3 Werte und Normen</li> </ul> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dissimilation</li> <li>• Körperliche Aktivität und Stoffwechsel</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 23h à 45 min.</p>

**Summe Einführungsphase: 90 Stunden**

**Schwerpunkteübergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können...

- E1 Probleme & Fragestellungen selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren.
- E2 Wahrnehmung & Messung Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern.
- E3 Hypothesen mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten.
- E4 Untersuchungen Experimente mit komplexen Versuchsplänen und –aufbauten mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien (Sicherheit, Messvorschriften, Variablenkontrolle, Fehleranalyse) durchführen.
- E5 Auswertung Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.
- E7 Arbeits- & Denkweisen naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.

**Schwerpunkteübergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können...

- E1 Probleme & Fragestellungen selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren.
- E2 Wahrnehmung & Messung Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern.
- E3 Hypothesen mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten.
- [E7 Arbeits- & Denkweisen naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.]

**Schwerpunkteübergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können...

- UF1 Wiedergabe biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.
- E5 Auswertung Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.
- E6 Modelle Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder voraussagen.
- K4 Argumentations sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen oder widerlegen.

**Schwerpunkteübergeordneter Kompetenzerwartungen (rot: nur LK, grün: nur GK):**

Die Schülerinnen und Schüler können...

- UF4 Vernetzung Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.
- E6 Modelle Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder voraussagen.
- K1 Dokumentation bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden.
- K3 Präsentation biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren.

- **B2 Entscheidungen** Auseinandersetzungen und Kontroversen zu biologischen und biotechnischen Problemen und Entwicklungen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Entscheidungen auf der Basis von Sachargumenten vertreten.
- **B3 Werte & Normen** an Beispielen von Konfliktsituationen mit biologischem Hintergrund kontroverser Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten.

**Schwerpunkteübergeordneter Kompetenzerwartungen (grün: nur GK):**

Die Schülerinnen und Schüler können...

- **UF2 Auswahl** zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet *auswählen* und *anwenden*.
- **E5 Auswertung** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse *verallgemeinern*.
- **K4 Argumentation** sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv *austauschen* und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente *belegen* oder *widerlegen*.
- **B2 Entscheidungen** Auseinandersetzungen und Kontroversen zu biologischen und biotechnischen Problemen und Entwicklungen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Entscheidungen auf der Basis von Sachargumenten *vertreten*.
- **B3 Werte & Normen** an Beispielen von Konfliktsituationen mit biologischem Hintergrund kontroverser Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung *aufzeigen* und *ethisch bewerten*.

<b>Inhaltsfeld 3 Neurobiologie (Jgst.11)</b>	
<b>Grundkurs</b>	<b>Leistungskurs</b>
<p><u>Unterrichtsvorhaben I:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> Molekulare und zellbiologische Grundlagen der Informationsverarbeitung und Wahrnehmung – <i>Wie wird aus einer durch einen Reiz ausgelösten Erregung eine Wahrnehmung?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF1 Wiedergabe</li> <li>• UF2 Auswahl</li> <li>• <u>E6 Modelle</u></li> <li>• <u>K3 Präsentation</u></li> </ul> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktion von Neuronen</li> <li>• Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 16 Std. à 45 Minuten</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben I:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> Molekulare und zellbiologische Grundlagen der neuronalen Informationsverarbeitung – <i>Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie funktioniert es?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF1 Wiedergabe</li> <li>• UF2 Auswahl</li> <li>• <u>UF3 Systematisierung</u></li> <li>• <u>E2 Wahrnehmung und Messung</u></li> <li>• <u>E5 Auswertung</u></li> <li>• <u>E6 Modelle</u></li> </ul> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktion von Neuronen</li> <li>• Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung (Teil 1)</li> <li>• <u>Methoden der Neurobiologie (Teil 1)</u></li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 20 Std. à 45 Minuten</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben II:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> Das formbare Gehirn – <i>Welche Rolle spielen funktionelle und strukturelle Plastizität für Lernen und Gedächtnis?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>UF4 Vernetzung</u></li> <li>• <u>K1 Dokumentation</u></li> <li>• <u>B1 Kriterien</u></li> <li>• <u>B2 Entscheidungen</u></li> <li>• <u>B3 Werte und Normen</u></li> <li>• <u>B4 Möglichkeiten und Grenzen</u></li> </ul> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plastizität und Lernen</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 12 Std. à 45 Minuten</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben II:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> Fototransduktion – <i>Wie entsteht aus der Erregung durch einfallende Lichtreize ein Sinneseindruck im Gehirn?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>E1 Probleme und Fragestellungen</u></li> <li>• <u>E6 Modelle</u></li> <li>• <u>K3 Präsentation</u></li> </ul> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Leistungen der Netzhaut</u></li> <li>• <u>Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung (Teil 2)</u></li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 10 Std. à 45 Minuten</p>
	<p><u>Unterrichtsvorhaben III:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> <i>Aspekte der Hirnforschung – Welche Faktoren beeinflussen unser Gehirn?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF4 Vernetzung</li> <li>• K2 Recherche</li> <li>• K3 Präsentation</li> <li>• B1 Kriterien</li> <li>• B2 Entscheidungen</li> <li>• B3 Werte und Normen</li> <li>• B4 Möglichkeiten und Grenzen</li> </ul> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plastizität und Lernen</li> <li>• Methoden der Neurobiologie (Teil 2)</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 20 Std. à 45 Minuten</p>

<b>Inhaltsfeld 3 Genetik (Jgst.12)</b>	
<b>Grundkurs</b>	<b>Leistungskurs</b>
<p><u>Unterrichtsvorhaben I:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> Humangenetische Beratung – <i>Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• E5 Auswertung</li> <li>• K2 Recherche</li> <li>• B3 Werte und Normen</li> </ul> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Meiose und Rekombination</li> <li>• Analyse von Familienstammbäumen</li> <li>• Bioethik</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> GK ca. 16 Std. à 45 Minuten</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben I:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> Humangenetische Beratung – <i>Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>UF4 Vernetzung</u></li> <li>• E5 Auswertung</li> <li>• K2 Recherche</li> <li>• B3 Werte und Normen</li> <li>• <u>B4 Möglichkeiten und Grenzen</u></li> </ul> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Meiose und Rekombination</li> <li>• Analyse von Familienstammbäumen</li> <li>• Bioethik</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 25 Std. à 45 Minuten</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben II:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> Modellvorstellungen zur Proteinbiosynthese – <i>Wie steuern Gene die Ausprägung von Merkmalen, welche regulatorischen Proteine und Prozesse kontrollieren die Genexpression und welche Konsequenzen haben Veränderungen der genetischen Struktur für einen Organismus?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>UF1 Wiedergabe</u></li> <li>• <u>UF3 Systematisierung</u></li> <li>• <u>UF4 Vernetzung</u></li> <li>• E6 Modelle</li> </ul> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proteinbiosynthese</li> <li>• Genregulation</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> GK ca. 18 Std. à 45 Minuten</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben II:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> Modellvorstellungen zur Proteinbiosynthese – <i>Wie steuern Gene die Ausprägung von Merkmalen, welche regulatorischen Proteine und Prozesse kontrollieren die Genexpression und welche Konsequenzen haben Veränderungen der genetischen Struktur für einen Organismus?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>E1 Probleme und Fragestellungen</u></li> <li>• <u>E3 Hypothesen</u></li> <li>• <u>E5 Auswertung</u></li> <li>• E6 Modelle</li> <li>• <u>E7 Arbeits- und Denkweisen</u></li> </ul> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proteinbiosynthese</li> <li>• Genregulation</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 30 Std. à 45 Minuten</p>

<p><u>Unterrichtsvorhaben III:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> Angewandte Genetik – <i>Welche Chancen und welche Risiken bestehen?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• K2 Recherche</li> <li>• B1 Kriterien</li> <li>• B4 Möglichkeiten und Grenzen</li> </ul> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gentechnik</li> <li>• Bioethik</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 11 Std. à 45 Minuten</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben III:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> Gentechnologie heute – <i>Welche Chancen und welche Risiken bestehen?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• K2 Recherche</li> <li>• <u>K3 Präsentation</u></li> <li>• B1 Kriterien</li> <li>• B4 Möglichkeiten und Grenzen</li> </ul> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gentechnik</li> <li>• Bioethik</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 20 Std. à 45 Minuten</p>
---	---

<b>Inhaltsfeld 4 Ökologie (Jgst.12)</b>	
<b>Grundkurs</b>	<b>Leistungskurs</b>
<p><u>Unterrichtsvorhaben I:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> Autökologische Untersuchungen – <i>Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf das Vorkommen von Arten?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• E1 Probleme und Fragestellungen</li> <li>• E2 Wahrnehmung und Messung</li> <li>• E3 Hypothesen</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• E5 Auswertung</li> <li>• E7 Arbeits- und Denkweisen</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> IF 5 (Ökologie)</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umweltfaktoren und ökologische Potenz</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 24 Std. à 45 Minuten</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben I:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> Autökologische Untersuchungen – <i>Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf das Vorkommen von Arten?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• E1 Probleme und Fragestellungen</li> <li>• E2 Wahrnehmung und Messung</li> <li>• E3 Hypothesen</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• E5 Auswertung</li> <li>• E7 Arbeits- und Denkweisen</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> IF 5 (Ökologie)</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umweltfaktoren und ökologische Potenz</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 18 Std. à 45 Minuten</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben II:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> Synökologie I – <i>Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF1 Wiedergabe</li> <li>• E5 Auswertung</li> <li>• E6 Modelle</li> <li>• K4 Argumentation</li> </ul> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamik von Populationen</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 10 Std. à 45 Minuten</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben II:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> Synökologie I – <i>Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF1 Wiedergabe</li> <li>• E5 Auswertung</li> <li>• E6 Modelle</li> <li>• K4 Argumentation</li> </ul> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamik von Populationen</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 10 Std. à 45 Minuten</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben III:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> Zyklische und sukzessive Veränderungen von Ökosystemen – <i>Welchen Einfluss hat der Mensch auf die Dynamik von Ökosystemen?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF2 Auswahl</li> <li>• K4 Argumentation</li> <li>• B2 Entscheidungen</li> <li>• <u>B3 Werte und Normen</u></li> <li>• E5 Auswertung</li> </ul> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mensch und Ökosysteme</li> <li>• Dynamik von Populationen</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 5 Std. à 45 Minuten</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben III:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> Zyklische und sukzessive Veränderungen von Ökosystemen – <i>Welchen Einfluss hat der Mensch auf die Dynamik von Ökosystemen?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF2 Auswahl</li> <li>• K4 Argumentation</li> <li>• B2 Entscheidungen</li> <li>• E5 Auswertung</li> </ul> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mensch und Ökosysteme</li> <li>• Dynamik von Populationen</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 9 Std. à 45 Minuten</p>

<p><u>Unterrichtsvorhaben IV:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> Synökologie II – <i>Welchen Einfluss hat der Mensch auf globale Stoffkreisläufe und Energieflüsse?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• K1 Dokumentation</li> <li>• K3 Präsentation</li> <li>• B2 Entscheidungen</li> <li>• B3 Werte und Normen</li> </ul> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffkreislauf und Energiefluss</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 6 Std. à 45 Minuten</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben IV:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> Synökologie II – <i>Welchen Einfluss hat der Mensch auf globale Stoffkreisläufe und Energieflüsse?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• K1 Dokumentation</li> <li>• K3 Präsentation</li> <li>• B2 Entscheidungen</li> <li>• B3 Werte und Normen</li> </ul> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffkreislauf und Energiefluss</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 6 Std. à 45 Minuten</p>
	<p><u>Unterrichtsvorhaben V:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> Erforschung der Fotosynthese – <i>Wie wird Lichtenergie in eine für alle Lebewesen nutzbare Form der Energie umgewandelt?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• E1 Probleme und Fragestellungen</li> <li>• E2 Wahrnehmung und Messung</li> <li>• E3 Hypothesen</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• E5 Auswertung</li> <li>• E7 Arbeits- und Denkweisen</li> </ul> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fotosynthese</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 24 Std. à 45 Minuten</p>
<p><b><u>Summe Qualifikationsphase (Q1) – Grundkurs: 90 Stunden</u></b></p>	<p><b><u>Summe Qualifikationsphase (Q1) – Leistungskurs: 150 Stunden</u></b></p>

<b>Inhaltsfeld 6 Evolution (Jgst.13)</b>	
<b>Grundkurs</b>	<b>Leistungskurs</b>
<p><u>Unterrichtsvorhaben I:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> Evolution in Aktion – <i>Welche Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF1 Wiedergabe</li> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• K4 Argumentation</li> </ul> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen evolutiver Veränderung</li> <li>• Artbegriff und Artbildung</li> <li>• <u>Stammbäume (Teil 1)</u></li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 16 Std. à 45 Minuten</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben I:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> Evolution in Aktion – <i>Welche Faktoren beeinflussen der evolutiven Wandel?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF1 Wiedergabe</li> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• <u>E7 Arbeits- und Denkweisen</u></li> <li>• K4 Argumentation</li> </ul> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen evolutiver Veränderung</li> <li>• Artbegriff und Artbildung</li> <li>• <u>Entwicklung der Evolutionstheorie</u></li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 16 Std. à 45 Minuten</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben II:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> Evolution von Sozialstrukturen – <i>Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF2 Auswahl</li> <li>• UF4 Vernetzung</li> </ul> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evolution und Verhalten</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 8 Std. à 45 Minuten</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben II:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> Verhalten – Von der Gruppen- zur Multilevel-Selektion – <i>Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF2 Auswahl</li> <li>• <u>E7 Arbeits- und Denkweisen</u></li> <li>• <u>K4 Argumentation</u></li> </ul> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evolution und Verhalten</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 14 Std. à 45 Minuten</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben III:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> Humanevolution – <i>Wie entstand der heutige Mensch?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• K4 Argumentation</li> </ul> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evolution des Menschen</li> <li>• <u>Stammbäume (Teil 2)</u></li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 8 Std. à 45 Minuten</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben III:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> Humanevolution – <i>Wie entstand der heutige Mensch?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• <u>E5 Auswertung</u></li> <li>• K4 Argumentation</li> </ul> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evolution des Menschen</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 14 Std. à 45 Minuten</p>
	<p><u>Unterrichtsvorhaben IV:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> Spuren der Evolution – <i>Wie kann man Evolution sichtbar machen?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• E2 Wahrnehmung und Messung</li> <li>• E3 Hypothesen</li> </ul> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evolutionsbelege</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 6 Std. à 45 Minuten</p>
<b><u>Summe Qualifikationsphase (Q2) – Grundkurs: 60 Stunden</u></b>	<b><u>Summe Qualifikationsphase (Q2) – Leistungskurs: 100 Stunden</u></b>

---

---

## 4.1 Unterrichtsvorhaben in der Sek I

IF 1: Vielfalt & Anpasstheit von Lebewesen (Jgst. 05)	
Möglicher Unterrichtsgang (rot: verbindliche Fachbegriffe)	Kompetenzen
<b>SCHWERPUNKT 1: Naturwissenschaft Biologie – Merkmale von Lebewesen</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Tiere im Umfeld: Wirbeltiere – Wirbellose</b>  <div style="color: red; margin-left: 20px;">Wirbellose, Schnecken, Würmer, Insekten, Spinnen</div> <div style="color: red; margin-left: 20px;">Wirbeltiere, Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel, Säugetiere, (Innen-)Skelett</div> <p>z.B. UNTERSUCHUNG: Vergleich versch. Tier-Skelette/Präparate/Modelle, Menschenskelett</p> <p>z.B. UNTERSUCHUNG: "Zoo-Tiere" (Elefant, Erdmännchen, Giraffe, Malaienbär, Orang-Utan, Seelöwe, Tiger, Zebra) bei der <b>Exkursion zum Kölner Zoo</b> (Jgst. 5 Wandertag in der Projektwoche)</p> <p>→ Berufsorientierung: Tierpfleger (RS), Tierarzt (GY)</p> <p>→ fachübergreifende Bezüge: Tiersteckbriefe, Plakatgestaltung (DEUTSCH Jgst. 5)</p> </li> </ul>	<p><b>I-UF1</b> Lebewesen von unbelebten Objekten anhand der <u>Kennzeichen des Lebendigen unterscheiden</u> (UF2, UF3, E1)</p> <p><b>I-UF3</b> kriteriengeleitet ausgewählte Vertreter der <u>Wirbeltierklassen vergleichen</u> und einer Klasse <u>zuordnen</u> (UF3).</p>
<b>SCHWERPUNKT 2: Vielfalt und Anpasstheit von Wirbeltieren</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Vom Wolf zum Haushund</b>  <div style="color: red; margin-left: 20px;">Domestikation, Rasse, Art, Unterart, angeborene Verhaltensweisen</div> <p>z.B. Selbstlernprogramm: Rund um den Hund</p> <p>z.B. RECHERCHE: Rassen-Steckbriefe, Umgang mit Haustieren</p> </li> </ul>	<p><b>I-UF5</b> Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen Wild- und Nutztieren durch gezielte <u>Züchtung erklären</u> und auf Vererbung <u>zurückführen</u> (UF2, UF4).</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Merkmale der Raubtiere</b>  <div style="color: red; margin-left: 20px;">Fleischfressergebiss (Reißzähne, Fangzähne), Insektenfressergebiss, Hetzjäger / Schleichjäger, Zehengänger, Krallen, nachtaktive Jäger</div> <p>z.B. UNTERSUCHUNG: Schädelskelette im Vergleich (z.B. Hund, Katze, Igel)</p> <p>z.B. FILMANALYSE: Kommunikation zw. Lebewesen im Rudel (z.B. Wölfe)</p> </li> </ul>	<p><b>I-UF4</b> die <u>Anpasstheit</u> ausgewählter Säugetiere und Vögel an ihren Lebensraum hinsichtlich exemplarischer Aspekte wie Skelettaufbau, Fortbewegung, Nahrungserwerb, Fortpflanzung, Individualentwicklung oder Sozialverhalten <u>erklären</u> (UF1, UF4).</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Das Rind als Nutztier</b>  <div style="color: red; margin-left: 20px;">Milchprodukte, Rinderhaltung, Milchproduktion</div> </li> </ul> <p>→ Berufsorientierung: Landwirt, Milchbauer, Milchtechnologe</p>	<p><b>I-B1</b> verschiedene Formen der <u>Nutztierhaltung</u> beschreiben und im Hinblick auf ausgewählte Kriterien <u>erörtern</u> (B1, B2)</p>

→ fachübergreifende Bezüge: Massentierhaltung und artgerechte Tierhaltung (ERDKUNDE Jgst. 5)

• **Angepasstheit des Rindes an seinen Lebensraum**

Hornträger, Geweihträger, Huftier

Pflanzenfressergebiss, Wiederkäuer, Pansen

z.B. LERNZIRKEL: Rind

z. B. MODELL: Rind

z.B. UNTERSUCHUNG: Beinskelette im Vergleich

z.B. UNTERSUCHUNG: Gebisse von Pflanzenfressern, Raubtieren und Insektenfressern im Vergleich

z.B. Spiel: Verdauung beim Rind (UB)

I-UF4 die Angepasstheit ausgewählter Säugetiere und Vögel an ihren Lebensraum hinsichtlich exemplarischer Aspekte wie Skelettaufbau, Fortbewegung, Nahrungserwerb, Fortpflanzung, Individualentwicklung oder Sozialverhalten *erklären* (UF1, UF4).

• **Das Huhn als Eierlieferant**

Wildhuhn / Nutzhuhn

Kalkschale, Luftkammer, Eihäute, Eiklar, Hagelschnüre, Dotter, Keimscheibe, Befruchtung, Eibildung

z.B. EXPERIMENT: Aufbau des Hühnereis

z.B. MODELL: Funktion der Hagelschnüre

z.B. EXPERIMENT: Fett- und Wassergehalt in Eiweiß/Dotter

I-B1 verschiedene Formen der Nutztierhaltung beschreiben und im Hinblick auf ausgewählte Kriterien *erörtern* (B1, B2)

→ Berufsorientierung: Landwirt / Hühnerbauer (z.B. Sindorfer Hühnerbauer → Haltungsbedingungen)

→ fachübergreifende Bezüge: Datenerhebung, Erstellen & Auswerten von Diagrammen (MATHEMATIK Jgst.5)

• **Angepasstheit an den Lebensraum Luft**

Fahne, Spule, Bogenstrahlen, Hakenstrahlen,  
Daune, Deckfeder, Schwungfeder, Steuerfeder, Schmuckfeder  
Gleitflug, Segelflug, Auftrieb

z.B. UNTERSUCHUNG: Feder-Aufbau

z.B. EXPERIMENT: Baumaterial von Federn

z.B. EXPERIMENT: Federstellung beim Fliegen, Auftrieb, Abhängigkeit von Flügelspannweite und Körpermasse

z.B. MODELLE: Vogelflug

I-UF4 die Angepasstheit ausgewählter Säugetiere und Vögel an ihren Lebensraum hinsichtlich exemplarischer Aspekte wie Skelettaufbau, Fortbewegung, Nahrungserwerb, Fortpflanzung, Individualentwicklung oder Sozialverhalten *erklären* (UF1, UF4).

I-E9 den Aufbau von Säugetier- und Vogelknochen vergleichend untersuchen und wesentliche Eigenschaften anhand der Ergebnisse *erklären* (E43, E4, E5).

→ Methodenkompetenz: Umgang mit Modellen

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Vielfalt der Vögel</b> Nachhaltigkeit, Rote Liste, Vogelschutz z.B. <i>UNTERSUCHUNG: Morphologie und Lebensraum/Lebensweise (z.B. Stockente, Specht, Greifvögel)</i> z.B. <i>BESTIMMUNG: versch. Vögel</i> z.B. <i>RECHERCHE in GRUPPENARBEIT mit PRÄSENTATION: Winterfütterung bei Vögeln / Vogel des Jahres</i></li> </ul>	<p>I-UF4 die <u>Angepasstheit ausgewählter Säugetiere und Vögel</u> an ihren Lebensraum hinsichtlich exemplarischer Aspekte wie Skelettaufbau, Fortbewegung, Nahrungserwerb, Fortpflanzung, Individualentwicklung oder Sozialverhalten <i>erklären</i> (UF1, UF4).</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Überwinterung von Vögeln</b> Anpassung an: Ernährung, Lebensraum, Fortpflanzung, Jahreszeiten; Überwinterung (Standvögel, Zugvögel) z.B. <i>UNTERSUCHUNG: Vogelzug (anhand von nachgestelltem Beringungsmaterial)</i></li> </ul>	<p>I-UF4 die <u>Angepasstheit ausgewählter Säugetiere und Vögel</u> an ihren Lebensraum hinsichtlich exemplarischer Aspekte wie Skelettaufbau, Fortbewegung, Nahrungserwerb, Fortpflanzung, Individualentwicklung oder Sozialverhalten <i>erklären</i> (UF1, UF4).</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Überwinterung von Säugetieren</b> Anpassung an: Ernährung, Lebensraum, Fortpflanzung, Jahreszeiten; Überwinterung (z.B. Fettschicht, Winterschlaf, Winterruhe, Kältestarre) z.B. <i>UNTERSUCHUNG: Igel/ Eichhörnchen</i></li> </ul>	<p>I-UF4 die <u>Angepasstheit ausgewählter Säugetiere und Vögel</u> an ihren Lebensraum hinsichtlich exemplarischer Aspekte wie Skelettaufbau, Fortbewegung, Nahrungserwerb, Fortpflanzung, Individualentwicklung oder Sozialverhalten <i>erklären</i> (UF1, UF4).</p>
<b>SCHWERPUNKT 3: Vielfalt und Angepasstheit von Samenpflanzen</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Bauplan einer Blütenpflanze</b> Spross, Wurzel, Sprossachse (Stängel/Stamm), Blätter, Blüte z.B. <i>UNTERSUCHUNG: Vergleich des Aufbaus verschiedener Pflanzen (z.B. Tulpe, Kirschbaum, Raps)</i></li> </ul>	<p>I-UF6 das Zusammenwirken der verschiedenen <u>Organe einer Samenpflanze</u> an einem Beispiel <i>erläutern</i> (UF1).</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Überwinterung von Pflanzen</b> Frühblüher, Speicherorgane, Zwiebel, Wurzelknolle, Sprossknolle, Erdspross z.B. <i>UNTERSUCHUNG: Frühblüher - Aufbau von Speicherorganen</i> z.B. <i>EXPERIMENT: Nachweis von Stärke/Traubenzucker in Speicherorganen (z.B. Zwiebel, Kartoffel)</i></li> </ul>	<p>I-UF6 das Zusammenwirken der verschiedenen <u>Organe einer Samenpflanze</u> an einem Beispiel <i>erläutern</i> (UF1).</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Blütenbau</b> Kelchblätter, Kronblätter, Staubblätter, Stempel, (ggf. Blütendiagramm) Kreuzblütengewächse, Rosengewächse, Bestimmungsschlüssel z.B. <i>UNTERSUCHUNG: Blütenbau (z.B. Tulpe, Raps, Apfel, Kirsche)</i> z.B. <i>MODELL: Blütenbau (z.B. Tulpe, Raps, Apfel, Kirsche)</i> z.B. <i>BESTIMMUNG: Blütenpflanzen (Literatur: Was blüht denn da? Kosmos)</i></li> </ul>	<p>I-E5 <u>Blüten</u> fachgerecht <i>präparieren</i> und deren Aufbau <i>darstellen</i> (E2, E4, K1) I-E4 einen <u>Bestimmungsschlüssel</u> (auch digital) zur Identifizierung einheimischer Samenpflanzen sachgerecht <i>anwenden</i> und seine algorithmische Struktur <i>beschreiben</i> (E2, E4, E5, E7).</p>

→ <i>Methodenkompetenz: Bestimmungsschlüssel als Algorithmus (z.B. Erstellen eines eigenen Bestimmungsschlüssels)</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Von der Blüte zur Frucht</b> Bestäubung, Befruchtung, geschlechtliche Fortpflanzung, Symbiose (Biene) z. B. <i>FILMANALYSE: Von der Blüte zur Frucht (FWU)</i></li> </ul>	<p>I-UF6 das Zusammenwirken der verschiedenen <u>Organe einer Samenpflanze</u> an einem Beispiel <i>erläutern</i> (UF1).</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Verbreitung von Samen</b> Schale, Fruchtfleisch, Stein/Kern, Same, Steinfrüchte, Beeren, Nüsse z.B. <i>EXPERIMENT: Aufbau von Früchten</i> z.B. <i>EXPERIMENT: Verbreitung von Samen (Flugversuche)</i></li> </ul>	<p>I-UF7 den Zusammenhang zwischen der Struktur von <u>Früchten und Samen</u> und deren Funktion für die Fortpflanzung und Ausbreitung von Pflanzen <i>darstellen</i> (UF2, UF3). I-E7 mit einfachen Funktionsmodellen Mechanismen der <u>Samenverbreitung</u> <i>erklären</i> (E6)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Keimung</b> Bedeutung von Feuchtigkeit, Temperatur, Licht, Luft, Nährsalzen z. B. <i>EXPERIMENT in GRUPPENARBEIT: Senfsamen-Keimungs-Wettbewerb (Eggrace)</i></li> </ul>	<p>I-E6 ein Experiment nach dem Prinzip der Variablenkontrolle zum Einfluss verschiedener Faktoren auf <u>Keimung und Wachstum</u> <i>planen, durchführen und protokollieren</i> (E1, E2, E3, E4., E5, E7, K1)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Nutzpflanzen: z.B. Erbse, Bohne, Raps (Getreide, Kartoffel)</b> Fahne, Flügel, Schiffchen, Schmetterlingsblütengewächse, Selbstbestäubung, Hülsenfrüchte, Quellung, Nabel, Embryo, Keimblätter, Keimling z.B. <i>UNTERSUCHUNG: Erbsenblüten, Erbsensamen, Bohnensamen</i> z.B. <i>EXPERIMENT: Quellung von Bohnensamen</i> z.B. <i>UNTERSUCHUNG: Aufbau von Kartoffel, Getreide</i> z.B. <i>BESTIMMUNG: Getreidearten</i> z.B.: <i>EXPERIMENT: Nachweis von Stärke in Kartoffel/Getreide</i></li> </ul>	<p>I-UF6 das Zusammenwirken der verschiedenen <u>Organe einer Samenpflanze</u> an einem Beispiel <i>erläutern</i> (UF1).</p>
→ <i>fachübergreifende Bezüge: Gewächshaus-Anbau (ERDKUNDE Jgst.5)</i>	
→ <i>Berufsorientierung: Landwirt</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fotosynthese</b> Versuch von PRIESTLEY, Lichteinfluss, Fotosynthese Kohlenstoffdioxid + Wasser → Traubenzucker + Sauerstoff, Produzenten/Konsumenten z.B. <i>EXPERIMENT: Sauerstoffproduktion bei der Wasserpest</i></li> </ul>	<p>I-E8 eine Wortgleichung zum Prozess der Energieumwandlung bei der <u>Fotosynthese</u> <i>aufstellen</i> (E6). I-UF8 die Bedeutung der <u>Fotosynthese</u> für das Leben von Pflanzen und Tieren <i>erklären</i> (UF4).</p>
→ <i>fachübergreifende Bezüge: Gewächshaus-Anbau (ERDKUNDE Jgst.5)</i>	

- **Aufbau der Pflanzenzelle und Funktion der Bestandteile**

Zelle, Zellwachstum, Organ, Organismus, Größenverhältnisse  
Zellkern, Zellplasma, Zellmembran, Zellwand, Vakuole, Chloroplasten,  
biologische Zeichnung

I-UF2 Tierische und pflanzliche Zellen anhand von lichtmikroskopisch sichtbaren Strukturen *unterscheiden* (UF2, UF3)

I-E1 einfache tierische und pflanzliche Präparate mikroskopisch *untersuchen* (E4)

I-E2 Zellen nach Vorgaben in ihren Grundstrukturen *zeichnen* (E4, K1)

I-E3 durch den Vergleich verschiedener mikroskopischer Präparate die Zelle als strukturelle Grundeinheit aller Lebewesen *identifizieren* (E2, E5).

*z.B. EXPERIMENT: Mikroskopie der Pflanzenzelle (z.B. Wasserpest, Zwiebel)*

*z.B. MODELL: Pflanzenzelle*

IF 2: Mensch und Gesundheit (Jgst. 06)	
Möglicher Unterrichtsgang (rot: verbindliche Fachbegriffe)	Kompetenzen
<b>SCHWERPUNKT 1: Bewegungssystem</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li> <b>Skelett</b>  Innenskelett, Kopf-/Rumpf-/Gliedmaßenskelett, Kalk-/Eiweißnachweis  z.B. <i>UNTERSUCHUNG: Skelett des Menschen</i>  z.B. <i>MODELL-EXPERIMENT: Platten-/Röhrenknochen</i>  z.B. <i>EXPERIMENT: Baumaterial der Knochen</i> </li> </ul>	II-UF2 das Grundprinzip des Zusammenwirkens von <u>Skelett und Muskulatur</u> bei Bewegungen <i>erklären</i> (UF1)
<ul style="list-style-type: none"> <li> <b>Anpassung an den aufrechten Gang</b>  aufrechter Gang, Sohlengänger, Doppel-S-Form (der Wirbelsäule), Wirbel, Bandscheiben, Rückenmark  z.B. <i>MODELL: Wirbelsäule</i>  z.B. <i>MODELL-EXPERIMENT: Doppel-S-Form der Wirbelsäule</i>  z.B. <i>UNTERSUCHUNG: Fußgewölbe</i> </li> </ul>	II-UF1 Zusammenhänge zwischen Bau und Funktion jeweils am Beispiel der <u>Verdauungsorgane</u> , der <u>Atmungsorgane</u> , des <u>Herz- und Kreislaufsystems</u> und des <u>Bewegungssystems erläutern</u> (UF1, UF4).
→ fachübergreifende Bezüge: gesunde Haltung (SPORT Jgst.6)	
<ul style="list-style-type: none"> <li> <b>Gelenke</b>  Gelenk, Kugel-/Scharnier-/Sattel-/Drehgelenk, Gelenkkopf/-pfanne/-schmiere, Knorpelkappen  z.B. <i>MODELL: Gelenke</i>  z.B. <i>MODELL-EXPERIMENT: Funktion von Gelenkknorpel &amp; -schmiere</i> </li> </ul>	II-UF2 das Grundprinzip des Zusammenwirkens von <u>Skelett und Muskulatur</u> bei Bewegungen <i>erklären</i> (UF1)
→ fachübergreifende Bezüge: Gelenke (SPORT Jgst.6)	
<ul style="list-style-type: none"> <li> <b>Muskeln</b>  Muskel, Unterarmbeuger/-strecker, Gegenspieler, Sehnen, Halteband, willkürliche/unwillkürliche Reaktion (Reflex), Gehirn, Rückenmark, Empfindungs-/Bewegungsnerven  z.B. <i>EXPERIMENT: Arbeit der Muskeln</i> </li> </ul>	II-UF2 das Grundprinzip des Zusammenwirkens von <u>Skelett und Muskulatur</u> bei Bewegungen <i>erklären</i> (UF1)
→ fachübergreifende Bezüge: Muskelarbeit (SPORT Jgst.6)	
<b>SCHWERPUNKT 2: Ernährung und Verdauung</b>	

- Inhaltsstoffe der Nahrung**

Ausgewogene Ernährung, Baustoffe, Betriebsstoffe, Nährstoffe, Spurenelemente, Mineralstoffe, Ballaststoffe, Vitamine  
Zucker, Stärke, Haushaltszucker, Traubenzucker, Fett, Eiweiß

Nachweis, Blindprobe, LUGOL'sche Lsg., Glc-Teststäbchen, Fettfleckprobe, Eiweiß-Nachweis, Ernährungskreis/Ernährungspyramide

z.B. *UNTERSUCHUNG*: Was essen wir? → *gemeinsames Frühstück*

EXPERIMENT: Nachweis von Nährstoffen in Lebensmitteln (Stärke, Traubenzucker, Fett & Eiweiß)

z.B. *EXPERIMENT*: Nachweis von Vitamin C

→ *fachübergreifende Bezüge*: Übergewicht & Folgen - Datenerhebung, Erstellen & Auswerten von Diagrammen (MATHEMATIK Jgst.5)

→ *Berufsorientierung*: Ernährungsberater, Diabetologe, Arzt

II-UF5 einen *Zusammenhang* zwischen Nahrungsaufnahme, Energiebedarf und unterschiedlicher Belastung des Körpers *herstellen* (UF4)

II-E1 bei der Untersuchung von Nahrungsmitteln einfache Nährstoffnachweise nach Vorgaben *planen, durchführen* und *dokumentieren* (E1, E2, E3, E4, E5, K1).

II-B1 Lebensmittel anhand von ausgewählten Qualitätsmerkmalen *beurteilen* (B1, B2)

- Verdauung**

Mund, Speiseröhre, Magen, Zwölffingerdarm, Leber, Gallenblase, Bauchspeicheldrüse, Dünndarm, Dickdarm, Blinddarm, After, Verdauungssäfte, Mundspeichel, Magensaft, Bauchspeichel, Galle, Spaltstoffe, Struktur→Funktion

z.B. *UNTERSUCHUNG*: Gebiss/ Zähne des Menschen (Gebissabgüsse und Zähne von Kieferorthopäde oder Zahnarzt)

z.B. *EXPERIMENT*: Färbung von Zahnbelag vor/nach Putzen

z.B. *MODELL-EXPERIMENT*: Zahnputztechniken (Kamm mit Watte)

z.B. *EXPERIMENT*: Auswirkung von Säure auf Zähne und Wirkung fluoridhaltiger Zahnpasta (Eierschale in Essig ohne/mit vorheriger Zahnpasta-Einwirkung)

z.B. *MODELL*: Verdauungssystem des Menschen, Torso

→ *fachübergreifende Bezüge*: Datenerhebung, Erstellen & Auswerten von Diagrammen (MATHEMATIK Jgst.5)

→ *Berufsorientierung*: Zahnarzt, Kieferorthopäde

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

II-UF3 die Arbeitsteilung der Verdauungsorgane *erläutern* (UF1)

II-UF4 am Beispiel des Dünndarms und der Lunge das Prinzip der Oberflächenvergrößerung und seine Bedeutung für den Stoffaustausch *erläutern* (UF4)

II-E2 die Wirkungsweise von Verdauungsenzymen mithilfe einfacher Modellvorstellungen *beschreiben* (E6).

### Schwerpunkt 3: Atmung und Blutkreislauf

- Atmung**

Bauchatmung, Brustatmung, Bronchien, Bronchiolen, Lungenbläschen

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

<p>z.B. EXPERIMENT: Atemfrequenz- &amp; Pulsmessung vor/nach Belastung  z.B. MODELL: Torso (Atemweg)  z.B. MODELL: Bauchatmung, Brustatmung</p>	<p>II-UF4 am Beispiel des Dünndarms und der Lunge das Prinzip der <u>Oberflächenvergrößerung</u> und seine Bedeutung für den Stoffaustausch <u>erläutern</u> (UF4)  II-E4 die Funktion der <u>Atemmuskulatur</u> zum Aufbau von Druckunterschieden an einem Modell <u>erklären</u> (E6).</p>
<p>→ fachübergreifende Bezüge: Atemfrequenz &amp; Pulsmessung (SPORT Jgst.6)</p>	
<p>• <b>Gasaustausch</b>  Sauerstoff, Kohlenstoffdioxid, CO<sub>2</sub>-Nachweis</p> <p>EXPERIMENT: CO<sub>2</sub>-Nachweis mit Kalkwasser in der Ausatemluft (SuS-Versuch, Lehrer-Demo oder Film)  z.B. EXPERIMENT: Nicotin und Teer in Zigaretten  z.B. RECHERCHE in GRUPPENARBEIT: Nikotin (Fallbeispiele)</p>	<p>II-UF7 die Folgen des <u>Tabakkonsums</u> für den Organismus <u>erläutern</u> (UF1, UF2, K4)  II-B2 Empfehlungen zur <u>Gesunderhaltung des Körpers</u> und zur <u>Suchtprophylaxe</u> unter Verwendung von biologischem Wissen <u>entwickeln</u> (B3, B4, K4).</p>
<p>→ Berufsorientierung: Arzt</p>	
<p>• <b>Blutkreislauf &amp; Herz</b>  Lungen-/Körperkreislauf, Blutgefäße (Venen, Arterien)  Haupt-/Vorkammer, Taschen-/Segelklappen, Herzscheidewand, Systole/Diastole</p> <p>z.B. UNTERSUCHUNG: Schweineherz  z.B. MODELL: Herz  z.B. MODELL: Blutkreislauf</p>	<p>II-UF1 Zusammenhänge zwischen Bau und Funktion jeweils am Beispiel der <u>Verdauungsorgane</u>, der <u>Atmungsorgane</u>, des <u>Herz- und Kreislaufsystems</u> und des <u>Bewegungssystems</u> <u>erläutern</u> (UF1, UF4).  II-E3 In einem quantitativen Experiment zur Abhängigkeit der <u>Herzschlag- und Atemfrequenz</u> von der Intensität körperlicher Anstrengung Daten erheben, <u>darstellen</u> und <u>auswerten</u> (E1, E2, E3, E4, E5, K1)  II-E5 die Funktionsweise des <u>Herzens</u> an einem einfachen Modell <u>erklären</u> und das Konzept des <u>Blutkreislaufs</u> an einem Schema <u>erläutern</u> (E6).</p>
<p>• <b>Blut</b>  rote/weiße Blutkörperchen (Zellen), Blutplättchen, Blutserum/-plasma, Fibrin, Gerinnung</p> <p>z.B. EXPERIMENT: Mikroskopie von Blut-Zellen (Frisch- oder Fertigpräparate)</p>	<p>II-UF6 <u>Blut</u> als Transportmittel für Nährstoffe, Sauerstoff, Kohlenstoffdioxid und Harnstoff <u>beschreiben</u> und die damit zusammenhängenden Stoffwechselforgänge <u>erläutern</u> (UF1, UF2, UF4)  II-E6 <u>Blut</u> (Fertigpräparate) mikroskopisch untersuchen und seine heterogene Zusammensetzung <u>beschreiben</u> (E4, E5, UF1).</p>

*z.B. EXPERIMENT: Blut (Gerinnung, Senkung)*

*→ Berufsorientierung: Arzt*

## IF 3: Sexualerziehung (Jgst. 06)

Es gelten die **Richtlinien zur Sexualerziehung!** Eine **Elterninformation** muss verpflichtend erfolgen! Absprache mit den anderen Fachlehrern (insbes. Religion)!

Möglicher Unterrichtsgang (rot: verbindliche Fachbegriffe)	Kompetenzen
<b>SCHWERPUNKT 1: Körperliche Veränderungen in der Pubertät</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Typisch Mädchen – typisch Junge</b> Pubertät (physisch/psychisch), primäre/sekundäre Geschlechtsmerkmale, Rollenbilder</li> </ul>	III-UF1 körperliche und seelische Veränderungen in der <u>Pubertät erläutern</u> (UF1, UF2) III-B1 den <u>Sprachgebrauch</u> im Bereich der Sexualität kritisch <u>reflektieren</u> und sich situationsangemessen, respektvoll und geschlechtersensibel <u>ausdrücken</u> (B2, B3)
<b>SCHWERPUNKT 2: Bau &amp; Funktion der Geschlechtsorgane, Körperpflege &amp; Hygiene</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Bau und Funktion der Geschlechtsorgane</b> Hoden, Nebenhoden, Spermienleiter, Harnspermienleiter, Penis, Schwellkörper, Eichel  Eierstock, Eileiter, Gebärmutter, Scheide, Schamlippen, Kitzler, Hygiene, Menstruation, Eizelle, Eisprung, Gebärmutter Schleimhaut  z.B. MODELL: Beckenquerschnitt, Penis z.B. EXPERIMENT: Saugfähigkeit von Tampons</li> </ul>	III-UF2 Bau und Funktion der menschlichen <u>Geschlechtsorgane erläutern</u> (UF1) III-UF3 den <u>weiblichen Zyklus</u> in Grundzügen <u>erklären</u> (UF1, UF4)
<b>SCHWERPUNKT 3: Geschlechtsverkehr, Verhütung, Befruchtung, Schwangerschaft</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Verhütung</b> Geschlechtskrankheiten (AIDS), Paarbindung, Hetero-/Homosexualität, Missbrauch, Kondom  z.B. EXPERIMENT: Nutzung eines Kondoms am Modell-Penis  → fachübergreifende Bezüge: Freundschaft, Liebe, Partnerschaft (RELIGION, PRAKTISCHE PHILOSOPHIE Jgst.5)</li> </ul>	III-UF4 Methoden der <u>Empfängnisverhütung</u> für eine verantwortungsvolle Lebensplanung <u>beschreiben</u> (UF1)
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Empfängnis und Schwangerschaft</b> Eizelle, Spermienzelle, Befruchtung, Empfängnisverhütung, Geschlechtliche Fortpflanzung  z.B. MODELL: Embryonen, Feten, Beckenquerschnitt mit Kind z.B. RECHERCHE in GRUPPENARBEIT: Stationen des Lebens</li> </ul>	III-UF5 <u>Eizelle und Spermium vergleichen</u> und den Vorgang der <u>Befruchtung beschreiben</u> (UF1, UF2). III-UF6 <u>Schwangerschaft und Geburt beschreiben</u> und Maßnahmen zur Vermeidung von Gesundheitsrisiken für Embryo und Fötus <u>begründen</u> (UF1, UF2, B3) III-E1 anhand von <u>Ultraschallbildern</u> die Entwicklung eines Embryos bzw. Fötus <u>beschreiben</u> und das Wachstum mit der Vermehrung von Zellen <u>erklären</u> (E1, E2, E5, UF4).

→ *fachübergreifende Bezüge: Wert des Lebens (RELIGION, PRAKTISCHE PHILOSOPHIE)*

→ *Berufsorientierung: Hebamme (RS), Gynäkologe (GY)*

## IF 4: Ökologie & Naturschutz (Jgst. 08)

Möglicher Unterrichtsgang (rot: verbindliche Fachbegriffe)	Kompetenzen
<b>SCHWERPUNKT 1: Merkmale eines Ökosystems</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li> <b>Ökosystem Wald</b>            biotische/abiotische Umweltfaktoren, Biosphäre, Biotop, Biozönose, Gemeinschaft, Ökosystem, Population, Stockwerkbau            Waldtypen (Laub-/Misch-/Hochwald, Wald/Forst)            z.B. <i>UNTERSUCHUNG in GRUPPENARBEIT: Exkursion Schulgelände/Wald</i> </li> </ul>	IV-UF1 an einem heimischen Ökosystem <u>Biotop und Biozönose</u> <i>beschreiben</i> sowie die räumliche Gliederung und <u>Veränderungen im Jahresverlauf</u> <i>erläutern</i> (UF1, UF3, K1). IV-E1 ein heimisches <u>Ökosystem</u> hinsichtlich seiner Struktur <i>untersuchen</i> und dort vorkommende Taxa <i>bestimmen</i> (E2, E4). IV-E2 <u>abiotische Faktoren</u> in einem heimischen Ökosystem <i>messen</i> und mit dem Vorkommen von Arten <i>in Beziehung setzen</i> (E1, E4, E5).
<ul style="list-style-type: none"> <li> <b>Bedeutung von Pflanzen für das Ökosystem</b>            Fotosynthese, Wasserhaushalt,            z.B. <i>EXPERIMENT Fotosynthese / Atmung / Wasserhaushalt</i> </li> </ul>	IIV-UF7 das Grundprinzip der <u>Fotosynthese</u> <i>beschreiben</i> und sie als Energiebereitstellungsprozess dem Grundprinzip der Zellatmung <i>gegenüberstellen</i> (UF1, UF4). IV-E4 <u>historische Experimente zur Fotosynthese</u> in Bezug auf zugrunde liegende Hypothesen <i>erklären</i> und hinsichtlich Stoff- und Energieflüssen <i>auswerten</i> (E3, E5, E7, UF3).
<ul style="list-style-type: none"> <li> <b>Bäume – Bestimmung</b>            Pflanzenorgane, Bedecktsamer/Nacktsamer (Bsp. Nadelgehölze)            z.B. <i>UNTERSUCHUNG Pflanzenorgane</i>            z.B. <i>BESTIMMUNG Laubbäume</i> </li> </ul>	IV-UF2 Angepasstheiten von ausgewählten Lebewesen an <u>abiotische und biotischen Umweltfaktoren</u> <i>erläutern</i> (UF2, UF4).
<ul style="list-style-type: none"> <li> <b>Bäume im Wechsel der Jahreszeiten</b>            Laubfärbung/Laubfall, Chlorophyll, Cuticula, Epidermis, Palisaden-/Schwammgewebe, Schließzelle, Spaltöffnung            z.B. <i>EXPERIMENT Blattfärbung im Herbst (Chromatographie)</i>            z.B. <i>EXPERIMENT: Mikroskopie Blattquerschnitt Laub-/Nadelblatt</i>            z.B. <i>MODELL: Blattquerschnitt</i> </li> </ul>	IV-UF1 an einem heimischen Ökosystem <u>Biotop und Biozönose</u> <i>beschreiben</i> sowie die räumliche Gliederung und <u>Veränderungen im Jahresverlauf</u> <i>erläutern</i> (UF1, UF3, K1). IV-E5 Angepasstheiten von Pflanzen an einen abiotischen Faktor anhand von <u>mikroskopischen Präparaten</u> <i>beschreiben</i> (E2, E4).
<ul style="list-style-type: none"> <li> <b>Moose (oder Farne)</b>            Aufbau, Samenpflanzen/Sporenpflanzen, Generationswechsel (Haarmoos), Bedeutung im Ökosystem Wald         </li> </ul>	IV-UF2 Angepasstheiten von ausgewählten Lebewesen an <u>abiotische und biotischen Umweltfaktoren</u> <i>erläutern</i> (UF2, UF4).

z.B. *UNTERSUCHUNG*: Aufbau von Moosen  
z.B. *EXPERIMENT*: Wasserspeicherung von Moosen  
z.B. *MODELL*: Farn-Prothallium

• **Pilze**

Fruchtkörper, Mycel, Sporen, Saprophyten, Parasiten/Schmarotzer, Symbionten

z.B. *UNTERSUCHUNG*: Aufbau von Pilzen  
z.B. *MODELLE*: Pilze  
z.B. *BESTIMMUNG*: Pilze  
z.B. *EXPERIMENT*: Vermehrung von Pilzen

IV-UF2 Angepasstheiten von ausgewählten Lebewesen an abiotische und biotischen Umweltfaktoren erläutern (UF2, UF4).  
IV-UF3 symbiotische und parasitische Beziehungen an Beispielen *beschreiben* (UF1).  
IV-UF6 Pilze von Tieren und Pflanzen *unterscheiden* und an ausgewählten Beispielen ihre Rolle im Ökosystem *erklären* (F2, UF3).

• **Destruenten**

Laubstreu-Zersetzung, Destruenten, Humusbildung

z.B. *UNTERSUCHUNG*: Zersetzungsgrade der Laubstreu  
z.B. *BESTIMMUNG*: Bodenlebewesen  
z.B. *EXPERIMENT*: Regenwurm (Aufbau, Verhalten)  
z.B. *MODELL*: Regenwurm  
z.B. *EXPERIMENT*: Kellerassel (Aufbau, Verhalten)

IV-UF5 wesentliche Merkmale im äußeren Körperbau ausgewählter Wirbellosen-Taxa *nennen* und diesen Tiergruppen konkrete Vertreter begründet *zuordnen* (UF3).  
IV-E3 die Bedeutung von abiotischen Faktoren für die Habitatwahl von Wirbellosen experimentell *überprüfen* (E1, E3, E4, E5).

→ *Methodenkompetenz*: Projektarbeit „Springschwanz und Co“: z.B. (e-)Portfolio, Monatsplan, Lernmappe

**SCHWERPUNKT 2: Energiefluss und Stoffkreisläufe**

• **Biologisches Gleichgewicht**

Abhängigkeiten von Pflanzen & Tiere, Räuber-Beute-Beziehung  
Konkurrenzvermeidung, ökologische Nische, dynamisches Gleichgewicht,  
Störungen durch Eingriffe des Menschen (z.B. Schädlingsbekämpfung)

z.B. *RECHERCHE*: Borkenkäfer - ein Forstschädling  
z.B. *MODELL*: Räuber-Beute-Beziehung (Spiel Marienkäfer & Blattlaus)

IV-UF4 die Koexistenz von verschiedenen Arten mit ihren unterschiedlichen Ansprüchen an die Umwelt *erklären* (UF2, UF4).

→ *Berufsorientierung*: Förster / Ranger

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Nahrungsbeziehungen</b>  Produzenten, Konsumenten, Destruenten, Nahrungsketten &amp; -netze,  Nahrungspyramide, Energiefluss</li> </ul>	IV-UF8 ausgehend von <u>Nahrungsnetzen</u> die Stoff- und Energieflüsse zwischen Produzenten, Konsumenten, Destruenten und Umwelt in einem Ökosystem <i>erläutern</i> (UF3, UF4, E6, K1).
<b>Schwerpunkt 3: Naturschutz und Nachhaltigkeit</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Biotop- und Artenschutz an ausgewählten Beispielen</b>  Veränderung von Ökosystemen durch Eingriffe des Menschen, (z.B. natürliche &amp; anthropogene Veränderung des Waldes in Mitteleuropa),  Bedeutung &amp; Schutz des Waldes, Artenschutz (Waldameise/Biene), Tiere &amp; Pflanzen des Jahres (&amp; zugehörige Biotope), Rote Liste   <i>z.B. BESTIMMUNG der Artenvielfalt auf der naturbelassenen Wiese auf dem Schulgelände (am Lehrerparkplatz)</i>   → <i>Beruf: Ökologe</i></li> </ul>	IV-UF9 die natürliche <u>Sukzession</u> eines Ökosystems <i>beschreiben</i> und <u>anthropogene Einflüsse</u> auf dessen Entwicklung <i>erläutern</i> (UF1, UF4).
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Treibhauseffekt und Nachhaltigkeit</b>  Klimawandel oder Artensterben; Biodiesel – Ökobilanz und Nachhaltigkeit;  alternative Energien</li> </ul>	IV-B1 am Beispiel der <u>Insekten Eingriffe des Menschen</u> in die Lebensräume Wirbelloser <i>bewerten</i> (B1, B2). IV-B2 die Bedeutung des <u>Biotopschutzes</u> für den Artenschutz und den Erhalt der biologischen Vielfalt <i>erläutern</i> (B1, B4, K4). IV-B3 die Notwendigkeit von <u>Naturschutz</u> auch ethisch <i>begründen</i> (B4). IV-B4 Umgestaltungen der Landschaft durch menschliche Eingriffe unter ökonomischen und ökologischen Aspekten <i>bewerten</i> und Handlungsoptionen im Sinne des <u>Naturschutzes und der Nachhaltigkeit</u> <i>entwickeln</i> (B2, B3, K4).
<i>z.B. UNTERSUCHUNG: Insekten</i> <i>z.B. RECHERCHE, Pro-contra-Diskussion</i> → <i>fachübergreifende Bezüge: Klimawandel (ERDKUNDE, POLITIK, CHEMIE)</i>	

## IF 5: Sexualerziehung (Jgst. 08)

Es gelten die **Richtlinien zur Sexualerziehung!** Eine **Elterninformation** muss verpflichtend erfolgen! **Absprache mit anderen Fachlehrern (insbes. Religion)!**

Möglicher Unterrichtsgang (rot: verbindliche Fachbegriffe)	Kompetenzen
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Mensch und Partnerschaft</b> Pubertät, physische/psychische Veränderungen, Formen des Zusammenlebens</li> </ul> <p><i>z.B. GRUPPENARBEIT: Lesen und Bewerten anonymer Liebesbriefe, Umgang mit dem Partner (Placemat / Schreibgespräch):</i></p> <p>→ fachübergreifende Bezüge: Formen des Zusammenlebens (RELIGION, PRAKTISCHE PHILOSOPHIE)</p>	<p>VIII-UF4 über die Reproduktionsfunktion hinausgehende <u>Aspekte menschlicher Sexualität beschreiben</u> (UF1).</p> <p>VIII-B1 de Übernahme von Verantwortung für sich selbst und andere im Hinblick auf <u>sexuelles Verhalten</u> an Fallbeispielen <u>diskutieren</u> (B4, K4).</p> <p>VIII-B2 bei Aussagen zu unterschiedlichen <u>Formen sexueller Orientierung und geschlechtlicher Identität</u> Sachinformationen von Wertungen <u>unterscheiden</u> (B1)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Bau und Funktion der Geschlechtsorgane</b> Geschlechtsverkehr, Regulation durch Hormone (evt. Regelkreis, vgl. Blutzuckerregulation)</li> </ul> <p><i>z.B. MODELL: Penis, Beckenquerschnitt</i></p> <p><i>z.B. RECHERCHE in GRUPPENARBEIT: Geschlechtsorgane</i> <a href="https://www.planet-schule.de/wissenspool/du-bist-kein-werwolf/inhalt/unterricht/sexualerziehung.html">https://www.planet-schule.de/wissenspool/du-bist-kein-werwolf/inhalt/unterricht/sexualerziehung.html</a> <a href="http://www.loveline.de">www.loveline.de</a> (BzGA) <i>BzGA-Broschüren (Wie geht's - wie steht's, Expertinnen in eigener Sache, Sex'n'Tipps)</i></p>	<p>VIII-UF1 den <u>weiblichen Zyklus</u> unter Verwendung von Daten zu körperlichen Parametern in den wesentlichen Grundzügen <u>erläutern</u> (UF2, E5)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Familienplanung und Empfängnisverhütung</b> Vor- und Nachteile verschiedener Verhütungsmethoden (z.B. Pille, Kondom, Dreimonatsspritze, Hormonimplantat)</li> </ul> <p><i>z.B. RECHERCHE in GRUPPENARBEIT (arbeitsteilig) mit PRÄSENTATION (Plakate): Verhütungsmethoden</i></p> <p><i>z.B. EXPERIMENT: Kondom-Benutzung am Modell</i></p>	<p>VIII-E1 Aussagen zur Sicherheit von <u>Verhütungsmethoden</u> am Beispiel des PEARL-Index <u>erläutern</u> und kritisch <u>reflektieren</u> (E5, E7, B1).</p> <p>VIII-B3 <u>Verhütungsmethoden</u> und die "Pille danach" kriteriengeleitet <u>vergleichen</u> und Handlungsoptionen für verschiedene Lebenssituationen begründet <u>auswählen</u> (B2, B3).</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Das Leben beginnt vor der Geburt</b> Befruchtung, Wanderung durch den Eileiter in die Gebärmutter, Morulastadium, Blastulastadium, Einnistung, Plazenta</li> <li>Pränataldiagnostik, Embryonenschutz und Embryonenforschung</li> </ul> <p><i>z.B. RECHERCHE in GRUPPENARBEIT: "Von der Eizelle zur Kind" (Stationenlernen &amp; Erstellung einer Wandzeitung)</i></p>	<p>VIII-UF2 die wesentlichen Stadien der <u>Entwicklung von Merkmalen und Fähigkeiten eines Ungeborenen</u> <u>beschreiben</u> (UF1, UF3)</p> <p>VIII-UF3 <u>künstliche Befruchtung</u> in Grundzügen <u>erklären</u> (UF1)</p>

*z.B. Diskussion: „Wann beginnt das Leben eines Menschen?“ - Pränataldiagnostik & Abtreibung*

*z.B. RECHERCHE in GRUPPENARBEIT: Schwangerschaftskalender (Veränderungen bei Mutter und Kind)*

*z.B. MODELL: Geburtsphasen*

*→ fachübergreifende Bezüge: Wann beginnt das Leben des Menschen? (RELIGION, PRAKTISCHE PHILOSOPHIE)*

*→ Berufsorientierung: Arzt*

Inhaltsfeld 6: Mensch & Gesundheit (Jgst. 10)	
Möglicher Unterrichtsgang (rot: verbindliche Fachbegriffe)	Kompetenzen
<b>SCHWERPUNKT 1 Hormonelle Regulation</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Gesundheitsbewusste Ernährung</b>  Nährstoffe (Struktur &amp; Funktion), Energiegehalt, Zellatmung, Enzyme, Schlüssel-Schloss-Prinzip  z.B. EXPERIMENT: Wirkung von Verdauungsenzymen  z.B. MODELLE: Enzyme (Schlüssel-Schloss-Funktion)  z.B.: SPIEL: Gesundheitsbewusste Ernährung (RAAbits)  → Berufsorientierung: Ernährungsberater, Ökotrophologe</li> </ul>	<p>VII-UF1 die Bedeutung der <u>Glucose</u> für den Energiehaushalt der Zelle <i>erläutern</i> (UF1, UF4).</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Regulation des Blutzuckerspiegels</b>  Diabetes, Blutzuckerregulation, Regelkreis, Hormone, Schlüssel-Schloss-Prinzip, Diabetes-II-Prophylaxe  z.B. MODELL: Regulation (Mobile / Balkenwaage / Wippe)  z.B. RECHERCHE in GRUPPENARBEIT: Interviews mit Betroffenen / Ernährungsberatern, BzgA-Broschüren</li> </ul>	<p>VII-UF2 am Beispiel des <u>Blutzuckergehalts</u> die Bedeutung der Regulation durch negatives Feedback und durch antagonistisch wirkende Hormone <i>erläutern</i> (UF1, UF4)</p> <p>VII-UF3 Ursachen und Auswirkungen von <u>Diabetes mellitus Typ I und II</u> datenbasiert miteinander <i>vergleichen</i> sowie geeignete Therapieansätze <i>ableiten</i> (UF1, UF2, E5).</p> <p>VII-E1 das <u>Schlüssel-Schloss-Prinzip</u> bei der Wirkungsweise von Hormonen oder Neurotransmittern modellhaft <i>erklären</i> (E6).</p> <p>VII-B1 Handlungsoptionen zur Vorbeugung von <u>Diabetes Typ II</u> <i>entwickeln</i> (B2)</p>
<b>SCHWERPUNKT 2 Immunbiologie</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Bakterien</b>  Aufbau, Eindringen, Vermehrung, Krankheitsverlauf (z.B. Fieberkurve), Antibiotika (z.B. Penicillin)  z.B. EXPERIMENT: Vermehrung von Bakterien  z.B. RECHERCHE in GRUPPENARBEIT: Krankheitserreger</li> </ul>	<p>VII-UF4 den Bau und die Vermehrung von <u>Bakterien und Viren</u> <i>beschreiben</i> (UF1)</p> <p>VII-UF9 die Bedeutung hygienischer Maßnahmen zur <u>Vermeidung von Infektionskrankheiten</u> <i>erläutern</i> (UF1).</p> <p>VII-E2 <i>historische Versuche</i> zur Bekämpfung von Infektionskrankheiten <i>auswerten</i> (E1, E3, E5, E7).</p> <p>VII-E3 Experimente zur Wirkung von <u>hygienischen Maßnahmen</u> auf das Wachstum von Mikroorganismen <i>auswerten</i> (E1, E5).</p> <p>VII-B3 den Einsatz von <u>Antibiotika</u> im Hinblick auf die Entstehung von Resistenzen <i>beurteilen</i> (B1, B3, B4, K4)</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Viren</b>  Aufbau, Eindringen, Vermehrung, Beispiele (Grippe, HI, Corona)</li> </ul>	VII-UF4 den Bau und die Vermehrung von <u>Bakterien und Viren</u> <i>beschreiben</i> (UF1)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Immunsystem</b>  unspezifische Abwehr, Makrophagen, humorale und zelluläre Immunabwehr, T-Zellen und B-Zellen, Immungedächtnis, Antikörper, Antigene, Antigen-Antikörper-Reaktion (Schlüssel-Schloss-Prinzip), Blutgruppen   <i>z.B.: PRÄSENTATION in GRUPPENARBEIT: unspezifische / spezifische Immunabwehr (Plakate)</i>  <i>z.B. SPIEL: Spezifische Immunabwehr (Rollenspiel)</i></li> </ul>	VII-UF5 das Zusammenwirken des unspezifischen und spezifischen <u>Immunsystems</u> an einem Beispiel <i>erklären</i> (UF4). VII-UF6 die <u>Immunantwort</u> auf körperfremde Gewebe und Organe <i>erläutern</i> (UF2).
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Impfung</b>  aktive und passive Immunisierung, Impfstoff-Herstellung, Impfmüdigkeit</li> </ul>	VII-UF7 den Unterschied zwischen <u>passiver und aktiver Immunisierung</u> <i>erklären</i> (UF3) VII-B2 Positionen zum Thema <u>Impfung</u> auch im Internet <i>recherchieren</i> und unter Berücksichtigung der Empfehlungen der Ständigen Impfkommission kritisch <i>reflektieren</i> (B1, B2, B3, B4, K2, K4).
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Allergien</b>  Autoimmunkrankheit, Allergie, Histamin, Hypersensibilisierung (Bsp. Heuschnupfen)   <i>z.B. RECHERCHE mit DATEN-Auswertung: Allergien</i></li> </ul>	VII-UF8 die <u>allergische Reaktion</u> mit der Immunantwort bei Infektionen <i>vergleichen</i> (UF2, E2)
<b>SCHWERPUNKT 3 Neurobiologie</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Von Reiz zur Reaktion</b>  Reiz, Erregung, Nerven, ZNS, PNS, Reiz-Reaktions-Schema, willkürliche Reaktion, Reflex (z.B. Kniesehenreflex)   <i>z.B. EXPERIMENT: Reizempfindlichkeit (Geschmack, Geruch, Druck)</i>  <i>z.B. EXPERIMENT: Lidschlussreflex, Kniesehenreflex</i></li> </ul>	VII-UF10 zwischen <u>Reiz und Erregung</u> <i>unterscheiden</i> und die Abläufe bei <u>bewusster Reaktion und Reflexen</u> <i>vergleichen</i> (UF1, UF3)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Nervenzellen</b>  Gehirn, Rückenmark, Nervenzelle, Dendrit, Zellkörper, Zellkern, Axon, Markscheide, Schnürring, Synapsenendknöpfchen, Empfängerzelle   <i>z.B. UNTERSUCHUNG: Gehirn (Schwein)</i></li> </ul>	VII-E4 die Grenzen eines einfachen Funktionsmodells am Beispiel des <u>Neurons</u> kritisch <i>reflektieren</i> (U6, UF1). VII-E5 die <u>Wahrnehmung</u> eines Reizes experimentell <i>erfassen</i> (E4, E5) VII-UF11 den Vorgang der <u>Informationsübertragung</u> an chemischen Synapsen anhand eines einfachen Modells <i>erklären</i> (UF1, E6) VII-UF12 die <u>Informationsübertragung</u> im Nervensystem mit der <u>Informationsübertragung durch Hormone</u> <i>vergleichen</i> (UF3) VII-UF13 körperliche Reaktionen auf <u>Stresssituationen</u> <i>erklären</i> (UF2, UF4)

<p>z.B. MODELL: Gehirn, Rückenmark</p> <p>z.B. MIKROSKOPIE: Nervenzellen (Fertigpräparate)</p> <p>z.B. MODELL: Nervenzelle</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Drogen und Sucht</b> Suchtprävention, Einfluss von Drogen auf die Entwicklung des Gehirns/Gedächtnis</li> </ul> <p>z.B.: RECHERCHE in GRUPPENARBEIT: Ecstasy, MDMA &amp; Co. (Plakate)</p> <p>→ Berufsorientierung: Sozialarbeiter, Arzt</p>	<p>VII-UF14 von Suchtmitteln ausgehende physische und psychische Veränderungen <i>beschreiben</i> und Folgen des Konsums für die Gesundheit <i>beurteilen</i> (UF1, B1)</p>

Inhaltsfeld 7: Genetik (Jgst. 10)	
Möglicher Unterrichtsgang (rot: verbindliche Fachbegriffe)	Kompetenzen
<b>SCHWERPUNKT 1 Regeln der Vererbung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>klassische Genetik – MENDEL/ Kreuzungsschemata</b> Phäno-/Genoty, Gen/Allel, Filial-/Parentalgeneration, dominant/rezessiv, homo-/heterozygot, hemizygot Kreuzungsschema, mono-/dihybrider Erbgang dominant/rezessive Erbgänge, 3 MENDEL'sche Regeln</li> </ul> <p>z.B. MODELL-EXPERIMENT: Nachgestelltes Samenmaterial nach MENDEL</p> <p>z.B. MODELL: Erbsenblüte</p> <p>z.B. MODELL: Wahrscheinlichkeiten (Münzwurf)</p>	<p>VI-UF5 <u>Gesetzmäßigkeiten der Vererbung</u> auf einfache Beispiele <i>anwenden</i> (UF2)</p> <p>VI-E2 die <u>Rekombinationswahrscheinlichkeiten</u> von Allelen modelhaft <i>darstellen</i> (E6, K1)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Genetische Familienberatung</b> Stammbaum-Analyse: autosomaler/gonosomaler und X-gekoppelter Erbgang</li> </ul> <p>z.B. RECHERCHE in GRUPPENARBEIT mit PRÄSENTATION "Erbkrankheiten"</p>	<p>VI-UF6 <u>Familienstammbäume</u> mit eindeutigem Erbgang <i>analysieren</i> (UF2, UF4, K1)</p>
<b>SCHWERPUNKT 2 Cytogenetik</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Mitose</b> Mitose, Interphase, Ein-Chromatid und Zwei-Chromatid Chromosomen, Centromer</li> </ul> <p>z.B. MIKROSKOPIE: Mitosestadien (Fertigpräparate)</p>	<p>VI-UF1 den <u>Zellzyklus</u> auf der Ebene der Chromosomen vereinfacht <i>beschreiben</i> und seine Bedeutung für den vielzelligen Organismus <i>erläutern</i> (UF1, UF4)</p> <p>VI-E1 mithilfe von Chromosomenmodellen eine <i>Vorhersage</i> über den grundlegenden Ablauf der <u>Mitose treffen</u> (E3, E6).</p>

z.B. MODELL: Chromosomen (Draht-Druckknopf, Moosgummi)	
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Meiose</b> Meiose, homologe Chromosomen, diploid/haploid, 1./2. Reifeteilung, Rekombination</li> </ul>	VI-UF2 das Prinzip der <u>Meiose</u> und die Bedeutung dieses Prozesses für die sexuelle Fortpflanzung und Variabilität <i>erklären</i> (UF1, UF4)
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Veränderungen des Erbgutes</b> Karyogramm, Autosomen/Gonosomen, Genommutation, Modifikation,</li> </ul>	VI-UF3 anhand von <u>Karyogrammen</u> den Chromosomensatz des Menschen sachgerecht <i>beschreiben</i> sowie Abweichungen im Karyogramm <i>analysieren</i> (UF1, UF2) VI-UF4 Ursachen und Auswirkungen einer Genommutation am Beispiel der <u>Trisomie 21</u> <i>beschreiben</i> (UF1, UF2)
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Genetische Familienberatung/ Pränataldiagnostik</b> Fruchtwasseruntersuchung, Ultraschall z.B. MODELL: Kind, 12. SSW z.B.: DISKUSSION: Pränataldiagnostik - Vor- &amp; Nachteile</li> </ul>	VI-B1 Möglichkeiten und Grenzen der <u>Pränataldiagnostik</u> für ausgewählte Methoden <i>benennen</i> und kritisch <i>reflektieren</i> (B1, B2, B3, B4)
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Von der Erbsubstanz zum Merkmal</b> Chromatin, DNA, Nucleotid, Basen (A/T, G/C), Doppelhelix, Proteinbiosynthese, Transkription, Translation, m-RNA, Ribosom, (t-RNA) z.B. MIKROSKOPIE: Zwiebelepidermis/Mundschleimhautzellen (Methylenblau-Färbung) z.B. MODELL: Chromatin, DNA-Doppelhelix z.B. <a href="https://www.gym8-lehrplan.bayern.de/contentserv/3.1.neu/g8.de/id_27382.html">https://www.gym8-lehrplan.bayern.de/contentserv/3.1.neu/g8.de/id_27382.html</a> 29.1.24</li> </ul>	VI-UF7 das grundlegende Prinzip der <u>Proteinbiosynthese</u> <i>beschreiben</i> und die Bedeutung von Proteinen bei der Merkmalsausprägung anhand ihrer funktionellen Vielfalt <i>darstellen</i> (UF1)

Inhaltsfeld 8: Evolution (Jgst. 10)	
Möglicher Unterrichtsgang (rot: verbindliche Fachbegriffe)	Kompetenzen
<b>SCHWERPUNKT 1: Grundzüge der Evolutionstheorie</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Erdzeitalter, Datierung</b> Entstehung von Fossilien; Altersbestimmung; Überblick: Entwicklung des Lebens auf der Erde z.B. MODELL: Archaeopterix-Fossil</li> </ul>	V-E1 <u>Fossilfunde</u> <i>auswerten</i> und ihre Bedeutung für die Evolutionsforschung <i>erklären</i> (E2, E5, UF2) V-E2 anhand von anatomischen Merkmalen Hypothesen zur stammesgeschichtlichen <u>Verwandschaft</u> ausgewählter Wirbeltiere <i>entwickeln</i> (E2, E5, K1)

z.B. UNTERSUCHUNG: Fossilien

z.B. MODELL-EXPERIMENT: Entstehung von Fossilien

→ Berufsorientierung: Archäologe

### SCHWERPUNKT 2: Entwicklung des Lebens auf der Erde

- **Evolutionsmechanismen, evolutionsbiologische Forschung**

genetische Vielfalt, Mutation, Selektion,  
Artbildung, geografische Isolation; LAMARCK, DARWIN

V-UF1 die wesentlichen Gedanken der DARWIN'schen Evolutionstheorie zusammenfassend darstellen (UF1, E7).

V-UF2 Angepasstheiten als Folge von Evolutionsprozessen auf der Grundlage von Variabilität und Selektion erklären (UF2).

V-UF3 Artenwandel durch natürliche Selektion mit Artenwandel durch Züchtung vergleichen (UF3).

V-UF4 den biologischen Artbegriff anwenden (UF2).

V-UF5 den möglichen Zusammenhang zwischen abgestufter Ähnlichkeit von Lebewesen und ihrer Verwandtschaft erklären (UF3, UF4).

V-E4 den Zusammenhang zwischen der Angepasstheit von Lebewesen an einen Lebensraum und ihrem Fortpflanzungserfolg an einem gegenwärtig beobachtbaren Beispiel erklären (E1, E2, E5, UF2).

V-E5 die Eignung von Züchtung als Modellvorstellung für den Artenwandel durch natürliche Selektion beurteilen (E6).

z.B. MODELL: Flaschenhalseffekt

z.B. MODELL: Selektionsspiel

→ fachübergreifende Bezüge: Wege der Erkenntnisgewinnung am Bsp. Evolution (RELIGION, PRAKTISCHE PHILOSOPHIE)

### SCHWERPUNKT 3: Evolution des Menschen

- **Stammesentwicklung des Menschen**

Stammbaum der Wirbeltiere, Evolution des Menschen, aufrechter Gang,  
Werkzeuggebrauch

V-E3 eine Stammbaumhypothese zur Evolution des Menschen anhand ausgewählter Fossilfunde entwickeln (E2, E5, K1)

V-B1 die naturwissenschaftliche Position der Evolutionstheorie von nicht naturwissenschaftlichen Vorstellungen zur Entwicklung von Lebewesen abgrenzen (B1, B2, B4, E7, K4).

<p><b>UV Z1: Aufbau und Funktion der Zelle (EF)</b></p> <p><b>Inhaltsfeld 1: Zellbiologie</b></p> <p>Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	<p><b>4.2 Fachschaftsinterne Absprachen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lichtmikroskopie, Präparation und wissenschaftliche Zeichnungen werden praktisch durchgeführt</li> </ul>
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <p>Aufbau der Zelle, Fachliche Verfahren: Mikroskopie</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)</li> <li>• Informationen erschließen (K)</li> <li>• Informationen aufbereiten (K)</li> </ul>	<p><b>4.3 Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompartimentierung der eukaryotischen Zelle</li> </ul> <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelldifferenzierung bei der Bildung von Geweben</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltliche Aspekte</li> </ul>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>4.3.1 Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mikroskopie</li> <li>prokaryotische Zelle</li> <li>eukaryotische Zelle</li>   <li>Vielzeller: Zelldifferenzierung und Arbeitsteilung</li> <li>Mikroskopie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vergleichen den Aufbau pflanzlicher und tierischer Zellen mit Hilfe von praktischer Mikroskopie an 2 Beispielen (z.B. Zwiebelepidermis und Mundschleimhaut) (S1, S2, K1, K2, K9).               <ul style="list-style-type: none"> <li>vergleichen den Aufbau von prokaryotischen und eukaryotischen Zellen</li> <li>begründen den Einsatz unterschiedlicher mikroskopischer Techniken für verschiedene Anwendungsgebiete (S2, E2, E9, E16, K6).</li> </ul> </li> <li>Mittellamelle, Zellwand, Zellmembran, Cytoplasma, Zellkern, Vakuole, Tonoplast, Zellorganellen, Gewebe, Organ, Prokaryoten, Eukaryoten, Licht- und Elektronenmikroskopie,</li> <li>analysieren differenzierte Zelltypen mithilfe mikroskopischer Verfahren (S5, E7, E8, E13, K10).</li> <li>Cuticula, Epidermis, Palisadenparenchym, Schwammparenchym, proximat, ultimat, kausal</li> </ul>	<p><b>Welche Strukturen können bei eukaryotischen Zellen mithilfe mikroskopischer Techniken sichtbar gemacht werden?</b> (ca. 6 Ustd.)</p> <p><b>Welche morphologischen Anpasstheiten weisen verschiedene Zelltypen von Pflanzen und Tieren in Bezug auf ihre Funktionen auf?</b> (ca. 8 Ustd.)</p>	<p><b>4.3.1 Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b></p> <p><i>5zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aktivierung von Vorwissen aus der → Sek I: Pflanzenzelle, Tierzelle, Bakterienzelle, Fachbegriffe Teile Mikroskop</li> <li>Vergleich des Grundbauplans von pro- und eukaryotischen Zellen unter Berücksichtigung der Kompartimentierung (Basiskonzept Struktur und Funktion) (S2)</li> <li>Erläuterung des Verfahrens der Lichtmikroskopie und Begründung der Grenzen lichtmikroskopischer Auflösung (K6)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Lichtmikroskopie von differenzierten Tier- und Pflanzenzellen in Geweben</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mikroskopie von Fertigpräparaten verschiedener Tierzellen im Gewebeverband: z.B. Blattquerschnitte, Nervenzellen (E7, E8)</li> <li>Herstellung von Präparaten und Mikroskopie von ausdifferenzierten Pflanzenzellen: z.B. Brennhaar, Schließzellen (E8)</li> <li>Analyse der Anpasstheiten von verschiedenen Laubblättern (Blattquerschnitte von Sonnen- und Schattenblättern, Kiefernadeln, Maisblatt) im Hinblick auf Fotosynthese und Transpiration (K10)</li> <li>Anfertigung wissenschaftlicher Zeichnungen zur Dokumentation und Interpretation der beobachteten Strukturen unter Berücksichtigung der Anpasstheit der Zelltypen (Basiskonzept Struktur und Funktion) und Vergleich mit Fotografien (E13)</li> <li>Reflexion der Systemebenen (Zelle, Gewebe, Organ, Organismus) unter Bezug zur Zelldifferenzierung bei der Bildung von Geweben (Basiskonzept Individuelle und evolutive Entwicklung) (S5)</li> <li>Einführung Begriffe „proximat“, „ultimat“ und „kausal“ an einem selbstgewählten Beispiel (z.B. vergleichen einzellige und vielzellige Lebewesen und erläutern die jeweiligen Vorteile ihrer</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltliche Aspekte</li> </ul>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>4.3.1 Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>eukaryotische Zelle: Zusammenwirken von Zellbestandteilen, Kompartimentierung, Endosymbiontentheorie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erklären Bau und Zusammenwirken der Zellbestandteile eukaryotischer Zellen und erläutern die Bedeutung der Kompartimentierung (S2, S5, K5, K10). <b>Kompartimentierung, Mitochondrien, ER, Ribosomen, GOLGI-Apparat/Dictyosom, Zellkern, Vakuole, Chloroplast Cytoplasma, Zellmembran, Lysosom, Schemazeichnungen nach EM-Bildern, Cytoskelett</b></li> <li>erläutern theoriegeleitet den prokaryotischen Ursprung von Mitochondrien und Chloroplasten (E9, K7). <b>Endo-/Exocytose, Endosymbiontentheorie</b></li> <li>vergleichen einzellige und vielzellige Lebewesen und erläutern die jeweiligen Vorteile ihrer Organisationsform (S3, S6, E9, K7, K8).</li> </ul>	<p><b>Wie ermöglicht das Zusammenwirken der einzelnen Zellbestandteile die Lebensvorgänge in einer Zelle?</b> (ca. 6 Ustd.)</p> <p><b>Welche Erkenntnisse über den Bau von Mitochondrien und Chloroplasten stützen die Endosymbiontentheorie?</b> (ca. 2 Ustd.)</p> <p><b>Welche Vorteile haben einzellige und vielzellige Organisationsformen?</b> (ca. 2 Ustd.)</p>	<p>Organisationsform (K7, K8)</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erläuterung von Aufbau und Funktion von verschiedenen Zellbestandteilen pflanzlicher und tierischer Zellen anhand von Modellen und elektronenmikroskopischen Aufnahmen (S2, K10)</li> <li>Erklärung des Zusammenwirkens von Organellen (K5)</li> <li>Erklärung des Aufbaus von <b>Mitochondrien und Chloroplasten (S2)</b></li> <li>Erläuterung der Bedeutung der Kompartimentierung der eukaryotischen Zelle (Basiskonzept Struktur und Funktion) auch im Hinblick auf gegenläufige Stoffwechselprozesse (S5)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Mitochondrien und Chloroplasten – Nachfahren von Prokaryoten?</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse der Besonderheiten von Mitochondrien und Chloroplasten (äußere und innere Membran, Vermehrung durch Teilung, Genom, Ribosomen) Anhand ausgewählter spezifischer Merkmale von z.B. Membran und Ribosomen sollen Argumente gesammelt werden, die diese Theorie stützen (E9, K7)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Vielfalt der Organisationsformen von Lebewesen</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Differenzierung zwischen unterschiedlichen Systemebenen: Moleküle – Zelle – Gewebe – Organ – Organismus (S6)</li> <li>Erläuterung der unterschiedlichen Organisationsformen innerhalb der <i>Chlamydomonadales</i> (Grünalgen-Reihe) und Ableitung der Eigenschaften von Vielzellern (Arbeitsteilung, Kommunikation, Fortpflanzung) anhand von <i>Volvox</i> [2] (S3, E9)</li> <li>fakultativ: Differenzierung der Begriffe Einzeller / Bakterien und Darstellung der Vielfalt der Bakterien hinsichtlich der Anpassungen ihres Stoffwechsels an unterschiedliche Lebensräume [3]</li> <li>Diskussion der Vorteile verschiedener Organisationsformen bei Berücksichtigung der Unterschiede zwischen proximalen und ultimativen Erklärungen sowie funktionalen und kausalen Erklärungen [2] [3] (K7, K8)</li> </ul>

<b>UV Z2: Mitose, Zellzyklus und Meiose (EF)</b> <b>Inhaltsfeld 1: Zellbiologie</b> Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	<b>Fachschaftsinterne Absprachen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. Mikroskopie von Wurzelspitzen (<i>Allium cepa</i>)</li> </ul>
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Genetik der Zelle, Fachliche Verfahren: Analyse von Familienstammbäumen	<b>Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten:</b> Stoff- und Energieumwandlung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energetischer Zusammenhang zwischen auf- und abbauendem Stoffwechsel</li> </ul>
<b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)</li> <li>• Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)</li> <li>• Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)</li> <li>• Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)</li> </ul>	

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitose: Chromosomen, Cytoskelett</li> <li>• Zellzyklus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Bedeutung des Zellzyklus und der Kernteilung für Wachstum und Entwicklung (S1, S6, E2, K3).</li> </ul> <p style="color: red;">Mitose, Prophase, Metaphase, Anaphase, Telophase, Cytokinese, Interphase, G1/G2/G0/S-Phase, Zellzyklus, Chromatin, Chromosom (1- &amp; 2-Chromatid-Chromosom), Centromer, G1-, M-, G2 Kontrollpunkte</p>	<p><b>Wie verläuft eine Vermehrung von Körperzellen?</b></p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<p><b>Kontext:</b></p> <p><b>Wachstum bei Vielzellern geschieht durch Zellvermehrung und Zellwachstum</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktivierung von Vorwissen zur Mitose und zum Zellzyklus (→ Jg 10)</li> <li>• Erläuterung der Phasen des Zellzyklus, dabei Fokussierung auf die Entstehung genetisch identischer Tochterzellen. Berücksichtigung des Basiskonzepts Struktur und Funktion: Abhängigkeit der Chromatin-Struktur von der jeweiligen Funktion</li> <li>• Erstellung eines Schemas zum Zellzyklus als Kreislauf mit Darstellung des Übergangs von Zellen in die G<sub>0</sub>-Phase. Dabei Unterscheidung der ruhenden Zellen und Beachtung unterschiedlich langer G<sub>0</sub>-Phasen verschiedener Zelltypen: nie wieder sich teilende Zellen (wie Nervenzellen) und Zellen, die z. B. nach Verletzung wieder in die G<sub>1</sub>-Phase zurückkehren können</li> <li>• Berücksichtigung des Basiskonzepts Steuerung und Regelung: Kontrolle des Zellzyklus</li> <li>• fakultativ: Bedeutung der Apoptose (programmierter Zelltod)</li> <li>• fakultativ: Chromosomenbewegung mit Hilfe der verschiedenen Mikrotubuli (Interpolar, Kinetochor- und Astralmikrotubuli)</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>begründen die medizinische Anwendung von Zellwachstumshemmern (Zytostatika) und nehmen zu den damit verbundenen Risiken Stellung (S3, K13, B2, B6–9).</li> <li>diskutieren kontroverse Positionen zum Einsatz von embryonalen Stammzellen (K1-4, B1–6, B10–12). <b>Stammzellen, Pluri-/Totipotenz,</b></li> </ul>	<p><b>Wie kann unkontrolliertes Zellwachstum gehemmt werden und welche Risiken sind mit der Behandlung verbunden?</b> (ca. 2 Ustd.)</p> <p><b>Welche Ziele verfolgt die Forschung mit embryonalen Stammzellen und wie wird diese Forschung ethisch bewertet?</b> (ca. 2 Ustd.)</p>	<p><b>Kontext:</b> <b>Behandlung von Tumoren mit Zytostatika</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Definition des Krankheitsbildes Krebs und Bedeutung von Tumoren</li> <li>Recherche zu einem Zytostatikum</li> <li>Abschätzung von Nutzen und Risiken einer Zytostatikatherapie basierend auf den erhaltenen Ergebnissen, dabei sollen unterschiedliche Perspektiven eingenommen und Handlungsoptionen berücksichtigt werden (B8)</li> </ul> <p><b>Kontext:</b> <b>Unheilbare Krankheiten künftig heilen?</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Beschreibung der Pluripotenz embryonaler Stammzellen und Erklärung der Bedeutung im Zusammenhang mit dem Zellzyklus sowie der Entstehung unterschiedlicher Gewebe</li> <li>Identifikation der Gründe für die besondere ethische Relevanz des Einsatzes von embryonalen Stammzellen</li> <li>Benennung von Werten, die verschiedenen Positionen zugrunde liegen können und Beurteilung von Interessenlagen (B4, B5)</li> <li>Entwicklung von notwendigen Bewertungskriterien, um zu einem begründeten Urteil zu kommen.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>DNA Aufbau</li> <li>Replikation</li> </ul>	<p><i>benennen</i> Fragestellungen historischer Versuche zur <u>Funktion des Zellkerns</u> und <i>stellen</i> Versuchsdurchführungen und Erkenntniszuwachs <i>dar</i> (E1, E5, E7).</p> <p><i>werten</i> <u>Klonierungsexperimente</u> (Kerntransfer bei <i>Xenopus</i>) <i>aus</i> und <i>leiten</i> ihre Bedeutung für die Stammzellforschung ab (E5), <i>erklären</i> den Aufbau der <u>DNA</u> mithilfe eines Strukturmodells (E6, UF1).</p> <p><i>beschreiben</i> den semikonservativen Mechanismus der <u>DNA-Replikation</u> (UF1, UF4).</p> <p><b>HÄMMERLING (Acetabularia) oder GURDON (Kerntransfer bei Xenopus), Chromatin, DNA, Nucleotid, Basen, Purin, Pyrimidin, Komplementarität, Antiparallelität (5´-3´-Ende), Replikation, semikonservativer</b></p>	<p><b>Welche Bedeutung hat der Zellkern für die Zelle?</b> <b>Wie wird die DNA kopiert?</b> (ca. 6 Ustd.)</p>	<p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reaktivierung von Vorwissen zu DNA (→ Jg 10)</li> <li>Dieser Inhalt wird aus der Q-Phase in die F verschoben, um in der Q-Phase Zeit zu gewinnen und Grundlagen vorauszusetzen</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Karyogramm: Genommutationen, Chromosomenmutationen</li> <li>• Meiose</li> <li>• Rekombination</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse von Familienstammbäumen</li> </ul>	<p>Mechanismus, (Topoisomerase), DNA-Helicase, Primase, RNA-Primer, DNA-Polymerase III/I, Leit-/Folgestrang, OKAZAKI-Fragmente, Ligase</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Ursachen und Auswirkungen von Chromosomen- und Genommutationen (S1, S4, S6, E11, K8, K14).</li> </ul> <p>Karyogramm, Autosomen/Gonosomen, Genommutation, Meiose, homologe Chromosomen, diploid/haploid, 1./2. Reifeteilung, Rekombination</p> <p>wenden Gesetzmäßigkeiten der Vererbung auf Basis der Meiose bei der Analyse von Familienstammbäumen an (S6, E1–3, E11, K9, K13)</p> <p>Stammbaumanalyse (Schwerpunkt Mensch) autosomal/dominant/rezessiv/X-chromosomal-dominant/X-chromosomal-rezessiv, homozygot, heterozygot, Wahrscheinlichkeitsprognosen</p> <p>Achten auf Sprachgebrauch „Merkmals-träger“ nicht „krank“</p> <p>Schreibweise Geschlechtschromosomal:</p> <p>X mit kleinem Querstrich oben oder X<sup>A</sup></p>	<p><b>Nach welchem Mechanismus erfolgt die Keimzellbildung und welche Mutationen können dabei auftreten?</b></p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p> <p><b>Inwiefern lassen sich Aussagen zur Vererbung genetischer Erkrankungen aus Familienstammbäumen ableiten?</b></p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p><b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b></p> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Karyogramm einer an Trisomie 21 erkrankten Person</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktivierung von Vorwissen: Beschreibung und Analyse des Karyogramms einer Person mit Trisomie 21 unter Verwendung der bisher gelernten Fachbegriffe (→Jg 10)</li> <li>• Erläuterung von Ursachen und Auswirkung der Genommutation</li> <li>• Definition der unterschiedlichen Formen von Chromosomenmutationen</li> <li>• Reaktivierung des Vorwissens (→Jg 10 I: Meiose und Befruchtung,)</li> <li>• Vertiefende Betrachtung der Meiose</li> <li>• Betrachtung der Unterschiede zur Mitose, vor allem im Hinblick auf die Reduktion des Chromosomensatzes bei der Gametenreifung.</li> <li>• Herausstellung der Vorteile sexueller Fortpflanzung: interchromosomale und intrachromosomale Rekombination (S6)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Phänotypische Variabilität unter Geschwistern</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktivierung des Vorwissens zu genetischer Verschiedenheit homologer Chromosomen (→Jg 10).</li> </ul> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Familienberatung mithilfe der Analyse eines Familienstammbaums zu einem genetisch bedingten Merkmal</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktivierung von Vorwissen: Regeln der Vererbung (Gen- und Allelbegriff, Familienstammbäume) (→Sek I)</li> <li>• Analyse von Familienstammbäumen, dabei Beachtung der Schritte der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung</li> <li>• Ermittlung der Wahrscheinlichkeit für eine Erkrankung in Abhängigkeit des</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
			Genotyps der Eltern auf Grundlage der Möglichkeiten interchromosomaler Rekombination

UV Z3: Biomembranen (EF)	Fachschaftsinterne Absprachen
<b>Inhaltsfeld 1: Zellbiologie</b> Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden à 45 Minuten  <b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Biochemie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von osmotischen Vorgängen  <b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)</li> <li>• Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)</li> <li>• Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. Experimente zu den biochemischen Eigenschaften der Stoffgruppen</li> <li>• Experimente zu Diffusion und Osmose</li> </ul> <b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b> Information und Kommunikation: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prinzip der Signaltransduktion an Zellmembranen</li> </ul> Steuerung und Regelung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prinzip der Homöostase bei der Osmoregulation</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• Stoffgruppe: Kohlenhydrate	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>ordnen</i> die biologisch bedeutsamen <u>Makromoleküle</u> ihren wesentlichen chemischen Eigenschaften zu (S1)             Kohlenhydrate, Mono-/Di-/Polysaccharide, Glucose, Maltose, Amylose, Amylopektin, Cellulose, (Pektin),</li> </ul>	<b>Wie hängen Strukturen und Eigenschaften der Moleküle des Lebens zusammen?</b> (ca. 4 Ustd.)	<b>Kontext:</b> <b>Moleküle des Lebens – biochemische Grundlagen für die Erklärung zellulärer Phänomene</b> <b>zentrale Unterrichtssituationen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktivierung von Vorwissen aus der Chemie → Sek I (Elemente, kovalente Bindungen, polare Bindungen, Wasser als polares Molekül)</li> <li>• Erläuterung des Aufbaus und der Eigenschaften von Kohlenhydraten (K6)</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltliche Aspekte</li> </ul>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Biomembranen: Transport, Prinzip der Signaltransduktion, Zell-Zell-Erkennung, Lipide</li> <li>physiologische Anpassungen: Homöostase</li> <li>Untersuchung von osmotischen Vorgängen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stellen den Erkenntniszuwachs zum Aufbau von Biomembranen durch technischen Fortschritt und Modellierungen an Beispielen dar (E12, E15–17).</li> <li>erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6). <b>Biomembran, Lipid, Phospholipid, lipophil/-phob, hydrophil/-phob, integrale/periphere Proteine, Glykolipide/-proteine, Modellvorstellungen (GORTER/GRENDEL, DAVSON/DANIELLI, BRANTON/BRETSCHER, SINGER/NICHOLSON), Fluid-Mosaik-Modell</b></li> <li>erklären experimentelle Befunde zu Diffusion und Osmose mithilfe von Modellvorstellungen (E4, E8, E10–14).</li> <li>erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6).</li> <li>erklären die Bedeutung der Homöostase des osmotischen Werts für zelluläre Funktionen und leiten mögliche Auswirkungen auf den Organismus ab (S4, S6, S7, K6, K10).</li> <li>Erklären die Unterschiede zwischen den verschiedenen Transportmechanismen durch die Biomembran (S4, S7). <b>BROWN`sche-Molekularbewegung, Diffusion, Osmose, selektiv permeable Membran, hypo-/iso-/hypertonisch</b> <b>Erleichterte Diffusion, passiver/aktiver Transport, primär/sekundär</b></li> </ul>	<p><b>Wie erfolgte die Aufklärung der Struktur von Biomembranen und welche Erkenntnisse führten zur Weiterentwicklung der jeweiligen Modelle?</b> (ca. 6 Ustd.)</p> <p><b>Wie können Zellmembranen einerseits die Zelle nach außen abgrenzen und andererseits doch durchlässig für Stoffe sein?</b> (ca. 6 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Modellentwicklung zum Aufbau von Biomembranen</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ableitung des Modells von Gorter und Grendel aus der Analyse von Erythrocyten-Membranen</li> <li>Erklärung der Veränderungen zum Sandwich-Modell von Davson und Danielli aufgrund chemischer Analysen und elektronenmikroskopischer Bilder von Zellmembranen</li> <li>Erläuterung des Fluid-Mosaik-Modells anhand folgender Analysen durch Singer und Nicolson und Bestätigung durch die Gefrierbruch-Methode</li> <li>Reflektion des Erkenntnisgewinnungsprozesses ausgehend vom technischen Fortschritt der Analyseverfahren und Weiterentwicklung des Membranmodells zum modernen Fluid-Mosaik-Modell (E15–17)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Abgrenzung und Austausch – (k)ein Widerspruch?</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hypothesengeleitete Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten zu Diffusion und Osmose, sodass ausgehend von der Beschreibung der Phänomene anhand von Modellvorstellungen zum Aufbau von Biomembranen die experimentellen Befunde erklärt werden können (E4, E8, E10, E11, E14)</li> <li>Erläuterung von Modellvorstellungen zu verschiedenen Transportprozessen durch Biomembranen unter Berücksichtigung von Kanalproteinen, Carrierproteinen und Transport durch Vesikel (S7, E12, E13)</li> <li>Ableitung der Eigenschaften der Transportsysteme auch im Hinblick auf energetische Aspekte (aktiver und passiver Transport) (S5, K6)</li> <li>Erläuterung der Bedeutung zellulärer Transportsysteme am Beispiel von Darmepithelzellen, Drüsenzellen oder der Blut-Hirn-Schranke (S6, S7)</li> <li>Diskussion der Bedeutung der Osmoregulation für Einzeller in Süß- bzw. Salzwasser unter Bezugnahme auf das Basiskonzept Steuerung und Regelung (Prinzip der Homöostase bei der Osmoregulation) und Anwendung auf die Homöostase bei der Osmoregulation von Süß- und Salzwasserfischen (S4, S7, K10)</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	<p>aktiver Transport, Cotransport, Carrier, ATP, Konzentrationsgefälle</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6).</li> <li>• führen mikroskopische Untersuchungen zur <u>Plasmolyse</u> hypothesengeleitet durch und interpretieren die beobachteten Vorgänge (E2, E3, E5, K1, K4).</li> </ul> <p>Plasmolyse/Deplasmolyse, Turgor (Zellkörper, Protoplast, Plasmalemma)</p>	<p><b>Schlaffer Salat in Salatsoße?</b> (ca. 6 Ustd.)</p>	<p>zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikroskopie der roten Zwiebelepidermis in verschiedenen konzentrierten Lösungen (Salz, Zucker) (E1, E3)</li> <li>• Fakultativ Ionenfalle bei Plasmolyse der Zwiebelzellen (E11, E13)</li> </ul>

<p><b>UV Z4: Energie, Stoffwechsel und Enzyme (EF)</b></p> <p><b>Inhaltsfeld 1: Zellbiologie</b></p> <p>Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <p>Physiologie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von Enzymaktivitäten</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)</li> <li>• Informationen aufbereiten (K)</li> </ul>	<p><b>Fachschaftsinterne Absprachen</b></p> <p><b>Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energetischer Zusammenhang zwischen auf- und abbauendem Stoffwechsel</li> </ul>
--	---

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	4.3.2 Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anabolismus und Katabolismus</li> <li>• Energieumwandlung: ATP-ADP-System</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Bedeutung des ATP-ADP-Systems bei auf- und abbauenden Stoffwechselprozessen (S5, S6).</li> </ul> <p><i>NAD<sup>+</sup>/NADH+H<sup>+</sup>, ADP/ATP, aerobe Dissimilation, Glykolyse, Zitronensäurezyklus, Atmungskette, Endoxidation, Protonengradient, Zusammenhänge &amp; Bilanzen der ATP-Erstellung, ATP-Synthase.</i></p>	<p><b>Welcher Zusammenhang besteht zwischen aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel in einer Zelle stofflich und energetisch?</b></p> <p>(ca. 10 Ustd.)</p>	<p><b>Kontext:</b> „Du bist, was du isst“ – Umwandlung von Nahrung in körpereigene Substanz</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verdeutlichung des Grundprinzips der energetischen Kopplung durch Energieüberträger</li> <li>• Erläuterung des ATP-ADP-Systems unter Verwendung einfacher Modellvorstellungen: ATP als Energieüberträger</li> <li>• Erläuterung des (NADH+H<sup>+</sup>)-NAD<sup>+</sup>-Systems und die Bedeutung von Reduktionsäquivalenten für den Stoffwechsel</li> </ul> <p>Anmerkung: Diese Inhalte werden in der Q1 im Rahmen Stoffwechsel wieder aufgegriffen und vertieft. Hier sollen aber die Grundlagen aufgebaut werden, um die Q1 zu entlasten.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enzyme: Kinetik, Proteinaufbau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären Aufbau und Wirkungsweise von Enzymen mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9).</li> </ul>	<p><b>Wie können in der Zelle biochemische Reaktionen reguliert ablaufen?</b></p>	<p><b>Kontext:</b> Enzyme ermöglichen Reaktionen bei Körpertemperatur.</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	4.3.2 Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Untersuchung von Enzymaktivitäten</li> <li>• Enzyme: Regulation</li> </ul>	<p>Katalysator/Biokatalysator, Enzym, Substrat, aktives Zentrum, ES-Komplex, Schlüssel-Schloss-Prinzip, Substrat-/Wirkungsspezifität, Aktivierungsenergie, allgemeine Enzymgleichung</p> <p>Enzyme als <u>Proteine</u>: Di-/Oligo-/Polypeptid, Peptidbindung, Amino-/Carboxylgruppe, Primär-/Sekundär-/Tertiärstruktur, <math>\alpha</math>-Helix, <math>\beta</math>-Faltblatt, Bindungstypen, Denaturierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• entwickeln Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von verschiedenen Faktoren und überprüfen diese mit experimentellen Daten (E2, E3, E6, E9, E11, E14).</li> <li>• beschreiben und interpretieren Diagramme zu enzymatischen Reaktionen (E9, K6, K8, K11).</li> </ul> <p>Temperatur-/pH-/ Substratkonzentrations-Abhängigkeit</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Regulation der Enzymaktivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9).</li> </ul> <p>kompetitive/allosterische Hemmung, Substrat-/Endprodukthemmung, positiver/negativer Regulator, Inhibitor, Aktivator, Coenzyme, Cofaktoren</p>	<p>(ca. 14 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demonstrationsexperiment zur Verbrennung eines Zuckerwürfels mit und ohne Asche.</li> <li>• Definition des Katalysators und Veranschaulichung der Wirkung im Energie-diagramm mit Absenkung der Aktivierungsenergie durch Enzyme.</li> <li>• Erarbeitung der Merkmale von Enzymen als Proteine mit spezifischer Raumstruktur und ihrer Eigenschaft als Biokatalysatoren</li> <li>• Herstellen des Zusammenhangs mit Stoffwechselreaktionen im Organismus und Hervorheben der Bedeutung von kontrollierter Stoffumwandlung durch Enzyme</li> <li>• Erarbeitung des Prinzips von Enzymreaktionen, dabei Berücksichtigung von Enzymeigenschaften wie Spezifität und Sättigung und Berücksichtigung des Schlüssel-Schloss-Prinzips (Basiskonzept Struktur und Funktion)</li> <li>• Kritik der Modellvorstellung des Schlüssel-Schloss Prinzips hin zum induced-fit Modell (E12, K9)</li> </ul> <p>Kontext: <b>Die Enzymaktivität ist abhängig von Umgebungsbedingungen.</b></p> <p>zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung von Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von der Substratkonzentration (Sättigung) und der Temperatur (RGT-Regel, Denaturierung von Proteinen z.B. bei Fieber), Überprüfung durch Auswertung von Experimenten, wenn möglich selbst durchgeführt (E11, E14)</li> <li>• Anwendung der Kenntnisse zur Enzymaktivität auf die Auswirkungen eines weiteren Faktors wie etwa dem pH-Wert am Beispiel von Verdauungsenzymen</li> <li>• Interpretation grafischer Darstellungen zur Enzymaktivität, hierbei Fokussierung auf die korrekte Verwendung von Fachsprache und Vermeidung von Alltagssprache und ggf. Korrektur finaler Erklärungen (K6, K8)</li> </ul> <p>Kontext: <b>„Alkohol verdrängt Alkohol“: Eine Methanol-Vergiftung kann mit Ethanol behandelt werden.</b></p> <p>zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erweiterung der Modellvorstellung zu Enzymen durch die Darstellung der kompetitiven und allosterischen Hemmung (E12)</li> <li>• Erarbeitung der Enzymaktivität durch kompetitive und allosterische Hemmung anhand von Diagrammen (K9)</li> </ul>

<p><b>Inhaltsfeld 2: Neurobiologie (Q1)</b></p> <p><b>UV GK-N1: Informationsübertragung durch Nervenzellen</b></p> <p>Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p> <p><b>UV LK-N1: Erregungsentstehung und Erregungsleitung an einem Neuron</b></p> <p>Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	<p><b>Fachchaftsinterne Absprachen</b></p>
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <p>Grundlagen der Informationsverarbeitung,                  Fachliche Verfahren: Potenzialmessungen, neurophysiologische Verfahren</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)</li> <li>• Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)</li> </ul>	<p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Transmitter und Rezeptorprotein</li> </ul> <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiebedarf des neuronalen Systems</li> </ul> <p>Steuerung und Regelung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Positive Rückkopplung bei der Entstehung von Aktionspotenzialen</li> </ul> <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelldifferenzierung am Beispiel der Myelinisierung von Axonen bei Wirbeltieren</li> </ul>

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

<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltliche Aspekte</li> </ul>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ruhepotenzial Ladungstrennung, Ruhepotential, Kaliumdiffusionspotenzial, EMK, Diffusionskraft, Potenzialmessung, Kalium-Natrium-Pumpe, Natrium Leckströme, Kaliumkanal</li> <li>Aktionspotenzial Aktionspotential mit den entsprechenden Phasen (Depolarisation, Repolarisation, Hyperpolarisation), spannungsabhängige K<sup>+</sup> und Na<sup>+</sup>-Kanäle, Patch-Clamp-Technik, Alles oder Nichts Prinzip</li> <li>Potenzialmessungen, neurophysiologische Verfahren,</li> <li>Erregungsleitung saltatorische/kontinuierliche Erregungsleitung, Ausgleichsströmchen, Leitungsgeschwindigkeit, evolutive Vor- bzw.</li> </ul>	<p>entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur 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 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</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Darstellung des Zusammenhangs von Struktur und Funktion</li> <li>Aufzeigen der Möglichkeiten und Grenzen eines Neuron-Modells, z. B. durch den Vergleich einer schematischen Abbildung mit Realaufnahmen von Nervenzellen</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Nervenzellen unter Spannung: Die Ionentheorie des Ruhepotenzials</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wiederholung der Transportmechanismen an Membranen (→ EF)</li> <li>Klärung der Bedeutung der Ladungsverteilung an der Axonmembran unter Berücksichtigung des chemischen und elektrischen Potenzials, z. B. am Beispiel Gemeiner Kalmar (<i>Loligo vulgaris</i>)</li> <li>Entwicklung von Hypothesen zur Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials und Erläuterung der Bedeutung von Natrium-Kalium-Ionenpumpen</li> <li>Auswertung eines Experiments zur Beeinflussung des Ruhepotenzials (z. B. Ussing-Kammer)</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</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>begründete Zuordnung von molekularen Vorgängen an der Axonmembran zu den passenden Kurven-Diagrammen (Potenzialmessung)</li> <li>Auswertung eines Experiments zur Erforschung oder Beeinflussung des Aktionspotenzials, z. B. durch Blockade der spannungsgesteuerten Ionenkanäle</li> <li><b>Basiskonzept Steuerung und Regelung</b></li> <li><b>Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung</b></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>Erarbeitung der zwei grundsätzlichen Möglichkeiten einer Steigerung der Weiterleitungsgeschwindigkeit, z. B. anhand einer Datentabelle:</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Nachteile	neurobiologische Fragestellungen an (S6, E1–3).		Erhöhung des Axondurchmessers (Bsp. <i>Loligo vulgaris</i> ) oder Myelinisierung • fakultativ: Ableitung ultimater Ursachen für schnelle und langsame Erregungsleitung bei Wirbeltieren
• Störungen des neuronalen Systems Multiple Sklerose	• analysieren die Folgen einer neuronalen Störung aus individueller und gesellschaftlicher Perspektive (S3, K1–4, B2, B6).	<b>Wie kann eine Störung des neuronalen Systems die Informationsweitergabe beeinflussen?</b> (ca. 2 Ustd.)	<i>Kontext:</i> <b>Multiple Sklerose als Beispiel für eine neurodegenerative Erkrankung</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Erarbeitung des Krankheitsbildes: Autoimmunerkrankung, bei der die Myelinscheiden im ZNS zerstört werden
• primäre und sekundäre Sinneszelle, Rezeptorpotenzial adäquater Reiz, Rezeptorpotenzial, Signalkaskade, Transduktion	• 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> • Sensibilisierung für die biologischen Voraussetzungen einer Reizaufnahme und die damit verbundenen Einschränkungen der Wahrnehmung • Erarbeitung der Entstehung eines Rezeptorpotenzials in einer primären Sinneszelle (z. B. einer Riechsinneszelle), Darstellung der Signaltransduktion, die zur Auslösung von Aktionspotenzialen führt • Vergleich der Funktionsweise mit einer sekundären Sinneszelle, z. B. einer Geschmackssinneszelle

Weiterführende Materialien:

URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
<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“
<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)“
<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6081">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6081</a>	Zusatzmaterial „Experiment Reaktionstext“
<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“
<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6082">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6082</a>	Zusatzmaterial „Aktionspotenzial“
<a href="https://www.iqb.hu-berlin.de/apps/taskpool/data/taskpools/get_TaskFile?id=p10^SchmerzgzN^f20767">https://www.iqb.hu-berlin.de/apps/taskpool/data/taskpools/get_TaskFile?id=p10^SchmerzgzN^f20767</a>	IQB-Aufgabe „Schmerz“: grundlegendes Niveau (M1 und M3)
<a href="https://www.dasgehirn.info/krankheiten/multiple-sklerose/multiple-sklerose">https://www.dasgehirn.info/krankheiten/multiple-sklerose/multiple-sklerose</a>	Informationsfilm zur Erarbeitung des Krankheitsbildes von MS

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

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

<p><b>Inhaltsfeld 2: Neurobiologie (Q1)</b></p> <p><b>UV GK-N1: Informationsübertragung durch Nervenzellen</b></p> <p>Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p> <p><b>UV LK-N2: Informationsweitergabe über Zellgrenzen</b></p> <p>Zeitbedarf: ca. 14 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <p>Grundlagen der Informationsverarbeitung, Neuronale Plastizität</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• Informationen aufbereiten (K)</li> <li>• Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)</li> </ul>	<p><b>Fachschaftsinterne Absprachen</b></p> <p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Transmitter und Rezeptorprotein</li> </ul> <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiebedarf des neuronalen Systems</li> </ul> <p>Information und Kommunikation:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Codierung und Decodierung von Information an Synapsen</li> </ul>
--	---

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse</li> </ul> <p><b>Chemische Synapse, spannungsabhängige Ca<sup>2+</sup>-Kanäle, Vesikel, Neurotransmitter, Acetylcholin, prä-/postsynaptische Membran, synaptischer Spalt, ligandenabhängige</b></p>	<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</li> </ul>	<p><b>Wie erfolgt die Erregungsübertragung vom Neuron zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese beeinflusst werden?</b></p> <p>(ca. 8 Ustd.)</p>	<p><b>Kontext:</b></p> <p><b>Funktionsweise von Synapsen und deren Beeinflussung (z. B. durch Botox)</b></p> <p>zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellhafte Darstellung der Funktionsweise einer erregenden chemischen Synapse (z. B. cholinerge Synapse)</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>

<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>(transmittergesteuerte) Kanäle, erregende und hemmende Synapse, Codierung und Decodierung (Frequenz-/ Konzentrations-/Amplitudencode)</li> <li>Verrechnung: Funktion einer hemmenden Synapse, räumliche und zeitliche Summation</li> <li>erregende / hemmende Synapsen, EPSP/IPSP, zeitliche/räumliche Summation, Endplattenpotential</li> <li>Stoffeinwirkung an Synapsen</li> <li>Konzentrationsabhängige reversible und irreversible Hemmung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>molekulare Vorgänge und stellen die Anwendung eines zugehörigen neurophysiologischen Verfahrens dar (S3, E14).</li> <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>	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Basiskonzept Struktur und Funktion</b></li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Warum hilft Kratzen gegen Juckreiz?</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vergleich von erregender und hemmender Synapse sowie Verrechnung von EPSP und IPSP</li> <li>Hypothesenbildung zur Codierung der Reizstärke, Visualisierung der Zusammenhänge zwischen Reizstärke, Rezeptorpotenzial und Frequenz der Aktionspotenziale</li> <li>Auswertung von Potenzialdarstellungen hinsichtlich der Verrechnung von Potenzialen</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 (z.B. Legalisierung von Cannabis)</li> <li>Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Basiskonzept Information und Kommunikation</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zelluläre Prozesse des Lernens</li> <li>Neuronale Plastizität, Veränderung an den Synapsen (Oberfläche, Transmittermenge, Kanalanzahl)</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>	<b>Wie kann Lernen auf neuronaler Ebene erklärt werden?</b>  (ca. 4 Ustd.)	<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)</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,</li> </ul>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Hormone: Hormonwirkung, Verschränkung hormoneller und neuronaler Steuerung</li> <li>Hypothalamus, Hypophyse, Adrenalin, Noradrenalin, Cortisol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben die Verschränkung von hormoneller und neuronaler Steuerung am Beispiel der Stressreaktion (S2, S6).</li> </ul>	<p><b>Wie wirken neuronales System und Hormonsystem bei der Stressreaktion zusammen?</b></p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p>	<p>Nutzung verschiedener Eingangskanäle (multisensorisch, v.a. Visualisierung), Belohnung</p> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Körperliche Reaktionen auf Schulstress</b></p> <p>zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reaktivierung von Wissen zu Hormonen</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</li> <li>ggf. Vertiefung durch Recherche der Bedeutung von Eustress oder der Bedeutung von Entspannungsphasen z. B. in Prüfungszeiten</li> </ul>

Weiterführende Materialien:

URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
<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
<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“
<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5452">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5452</a>	Arbeitsmaterial „Neuronale Informationsverarbeitung“
<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
<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
<a href="https://www.iqb.hu-berlin.de/apps/taskpool/data/taskpools/getTaskFile?id=p01^gift-cocktailmeeresschnecke^f21794">https://www.iqb.hu-berlin.de/apps/taskpool/data/taskpools/getTaskFile?id=p01^gift-cocktailmeeresschnecke^f21794</a>	IQB-Aufgabe „Giftcocktail von Meeresschnecken“
<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
<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
<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
<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
<a href="https://www.max-wissen.de/max-media/synaptische-plastizitaet-wie-synapsen-funktionieren-max-planck-cinema/">https://www.max-wissen.de/max-media/synaptische-plastizitaet-wie-synapsen-funktionieren-max-planck-cinema/</a>	Link zu einem Informationsvideo und weiterführende Materialhinweise

URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
<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.]*

<b>Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie (Q1)</b> <b>UV GK-S1: Energieumwandlung in lebenden Systemen</b> Zeitbedarf: ca. 5 Unterrichtsstunden à 45 Minuten <b>UV LK-S1: Energieumwandlung in lebenden Systemen</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> <b>Struktur und Funktion:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse zeitgleich in einer Zelle.</li> </ul> <b>Stoff- und Energieumwandlung:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieumwandlung</li> <li>• Energieentwertung</li> <li>• Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel            Fotosynthese, Zellatmung, Priestley Versuche, Dissimilation, Assimilation, endo- und exotherme Reaktionen, NADH+H<sup>+</sup></li> <li>• ATP-ADP-System</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)	<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>• Wiederholung Co-Faktor NADH+H<sup>+</sup> als Wasserstoffionen- und Elektronenlieferant und ATP als Energiewährung der Zelle (→ EF)</li> </ul>

<b>Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie (Q1)</b> <b>UV GK-S2: Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen</b> Zeitbedarf: ca. 11 Unterrichtsstunden à 45 Minuten <b>UV LK-S2: Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen</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>  <b>Struktur und Funktion:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse zeitgleich in einer Zelle.</li> </ul> <b>Stoff- und Energieumwandlung:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen</li> </ul> <b>Steuerung und Regelung:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Negative Rückkopplung in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels</li> </ul>

• 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>• <b>Innere- und äußere Membran, Matrix</b></li> <li>• Energetisches Modell der Atmungskette, chemiosmotische ATP-Bildung</li> <li>• <b>Elektronentransportkette über Redoxsysteme, Protonengradient (aktiver Transport), ATPase, Endoxidation</b></li> <li>• Redoxreaktionen (Elektronenaufnahme- und abgabe)</li> <li>• Stoff- und Energiebilanz von</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben und <b>anaeroben</b> Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9),</li> <li>• vergleichen den membranbasierten Mechanismus der</li> </ul>	<p><b>Wie kann die Zelle durch den schrittweisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen?</b></p> <p>(ca. 8 Ustd)</p>	<p><b>Kontext:</b>  <b>Knallgasreaktion in den Mitochondrien?</b></p> <p><b>Zentrale Unterrichtssituationen:</b></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>• Erarbeitung der Funktionsweise des Transmembranproteins ATP-Synthase in lebenden Systemen</li> <li>• Veranschaulichung der Redoxreaktionen und des Gefälles der Redoxpotenziale in einem energetischen Modell der Atmungskette (E12)</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltliche Aspekte</li> </ul>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<p>Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäure-zyklus und Atmungskette</p> <p>Reduktionsäquivalente (FADH<sub>2</sub>, NADH+H<sup>+</sup>), ATP</p>	<p>Energie-umwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11).</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 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> <li><b>Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung</b></li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Keine Power ohne Nahrung – Bei heterotrophen Organismen ist die ATP-Synthese an die Oxidation von Nährstoffmolekülen gekoppelt</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 (EF)</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 (ggf. Atmungskette zuerst bearbeiten --&gt; erspart sogar viel Zeit)</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> <p>Hinweis:            Strukturformeln der Zwischenprodukte müssen nicht reproduziert werden können.</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltliche Aspekte</li> </ul>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Stoffwechselregulation auf Enzymebene                Negative und positive Rückkopplung, Phosphofruktokinase, allosterische und kompetitive Hemmung</li> <li>Alkoholische Gärung und Milchsäuregärung                Anaerober ATP-Gewinn</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)                nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1–4, B5, B7, B9)</li> <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> </ul>	<p><b>Wie beeinflussen Nahrungsergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel?</b>            (ca. 6 Ustd.)</p> <p><b>Welche Bedeutung haben Gärungsprozesse für die Energiegewinnung?</b>            (ca. 2 Ustd.)</p>	<p><b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b></p> <p><i>Kontext:</i>  <b>Mikronährstoffpräparate beim Sport – Lifestyle oder notwendige Ergänzung?</b>  <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reaktivierung des Vorwissens zu enzymatischen Reaktionen und der Enzymregulation durch Aktivatoren und Inhibitoren (→EF)</li> <li>Anwendung des Konzepts der enzymatischen Regulation auf ausgewählte enzymatische Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels (z.B. Feedbackhemmung der Phosphofruktokinase) (E12)</li> <li>Reaktivierung der Kenntnisse zu Cofaktoren am Beispiel von Mineralstoff- oder Vitaminpräparaten als Nahrungsergänzungsmittel (NEM)</li> <li>Bewertungsprozess: Abwägung von Handlungsoptionen und kriteriengeleitete Meinungsbildung sowie Entscheidungsfindung (B9)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>PASTEUR-Effekt: Höherer Glucoseverbrauch von Hefezellen unter anaeroben Bedingungen</b>  <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Problematisierung der Auswirkungen von Sauerstoffmangel auf die Glykolyse: Regeneration des NAD<sup>+</sup> bleibt aus (fehlender Endakzeptor für Elektronen in der Atmungskette)</li> <li>Erläuterung der Stoffwechselreaktionen der alkoholischen Gärung und Milchsäuregärung und deren Bedeutung für die Regeneration von NAD<sup>+</sup></li> <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>

Weiterführende Materialien:

URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
<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.
<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
<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.)
<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
<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.
<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

### **Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie (Q1)**

#### **UV GK-S3: Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie**

Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

#### **UV LK-S3: Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie**

Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

#### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel,

Fachliche Verfahren: Chromatografie, **Tracer-Methode**

#### **Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:**

- Biologische Sachverhalte betrachten (S)
- Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)
- Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)
- Informationen aufbereiten (K)

#### **Beiträge zu den Basiskonzepten:**

Stoff- und Energieumwandlung:

- Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen

**Individuelle und evolutive Entwicklung:**

- **Zelldifferenzierung bei C<sub>3</sub>- und C<sub>4</sub>-Pflanzen**

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 z.B. CO<sub>2</sub>-Konzentration, Licht, Temperatur, Optimums- und Sättigungskurve</li> <li>Funktionale Anpassungen: Blattaufbau Cuticula, Epidermis, Palisaden- und Schwammparenchym, Stomata, Sonnen- und Schattenblätter</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 Anpassungen 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>Wiederholung Beschreibung von Graphen und Erklärung der Sachzusammenhänge (→ EF)</li> <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 oder bei Efeu, 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 (→8, EF), Erläuterung der morphologischen Strukturen, die für die Fotosyntheseaktivität von Landpflanzen bedeutend sind</li> <li>Erläuterung von Struktur-Funktions-Zusammenhängen für unterschiedliche Gewebe im schematischen Blattquerschnitt, dabei Berücksichtigung der Versorgung fotosynthetisch aktiver Zellen mit Kohlenstoffdioxid, Wasser und Lichtenergie</li> <li>Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zu Anpassungen von Sonnen- und Schattenblättern (E3), Auswertung von Daten zur Fotosyntheserate</li> <li>Mikroskopieren von Spaltöffnungen am flammenden Kätchen (Kalanchoe)</li> </ul> <p>• <b>Basiskonzept System</b></p>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionale Anpassungen: Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, Lichtsammelkomplex, Feinbau Chloroplast <i>Wellenlänge, Wirkungsspektrum, Absorptionsspektrum, Chlorophyll a und b, Stroma, äußere und innere Membran, Thylakoide, Stroma, Photosysteme I und II, Reaktionszentren, Energietransfer und Reduktion des Akzeptors</i></li> <li>• Chromatografie <i>Dünnschichtchromatografie, mobile Phase, stationäre Phase, Bande, Rf-Wert</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13),</li> </ul>	<p><b>Welche Funktionen haben Fotosynthesepigmente?</b> (ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Der ENGELMANN-Versuch – Die Fotosyntheseleistung ist abhängig von der Wellenlänge des Lichts</b> <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswertung des ENGELMANN-Versuchs und Erklärung des ungleichmäßigen Bakterienwachstums entlang der fädigen Alge</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 (E4)</li> <li>• Chromatografie (Laufmittel: Petrolether, Propan-2-ol, dest. Wasser 100:10:0,25; Spinat oder getrocknete Petersilie) --&gt; Ergebnis direkt abfotografieren</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> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemiosmotische ATP-Bildung</li> <li>• <i>Energetisches Modell der Lichtreaktionen</i></li> <li>• Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration, <i>Fotolyse, Redoxsysteme, Elektronenlücke, NADP+, NADPH+H+, Rubisco, PGS (C3-Körper)</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11).</i></li> <li>• erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der Fotosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht (S2, S7, E2, K9),</li> </ul>	<p><b>Wie erfolgt die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie?</b> (ca. 12 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Chloroplasten als Lichtwandler – Wie erfolgt die Synthese von Glucose mit Hilfe von Sonnenlicht?</b> <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstellung eines übersichtlichen Schaubildes für die Fotosynthese auf Grundlage des Vorwissens (Edukte, Produkte, Reaktionsbedingungen) (K9)</li> <li>• Beschreibung des EMERSON-Effekts anhand eines Diagramms zur Fotosyntheseleistung bei unterschiedlichen Wellenlängen, Identifizierung von Fragestellungen zur Funktionsweise der Fotosysteme (E2)</li> <li>• Entwicklung einer vereinfachten Darstellung der Lichtreaktion in einem energetischen Modell, welche den Energietransfer in den beiden Fotosystemen, die Fotolyse des Wassers, den Elektronentransport über Redoxsysteme mit Redoxpotenzialgefälle und die Bildung von NADPH+ H<sup>+</sup> berücksichtigt (K11)</li> <li>• <i>Vergleich des membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in</i></li> </ul>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tracer-Methode Autoradiografie</li> <li>• Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• werten durch die Anwendung von Tracer-Methoden erhaltene Befunde zum Ablauf mehrstufiger Reaktionswege aus (S2, E9, E10, E15).</li> </ul>		<p>der Atmungskette und der Primärreaktion (E12)</p> <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>• Erläuterung des Tracer- Experiments von CALVIN und BENSON zur Aufklärung der Synthesereaktion und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen der gewonnenen Erkenntnisse (E10, E15)</li> </ul>

Weiterführende Materialien:

URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
<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.
<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
<a href="https://www.chemie-schule.de/KnowHow/Engelmannscher_Bakterienversuch">https://www.chemie-schule.de/KnowHow/Engelmannscher_Bakterienversuch</a>	Anschauliche Erklärung und Verlinkung zu einer kurzen Animation
<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
<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

<b>UV LK-S4: Fotosynthese – natürliche und anthropogene Prozessoptimierung</b> <b>Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie (Q1)</b> Zeitbedarf: ca. 8 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel <b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b> <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>	<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...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionale Anpassungen: Blattaufbau</li> <li>• C<sub>4</sub>-Pflanzen Kompartimentierung, Bündelscheidenzellen, Mesophyllzellen, Rubisco, PEP-Carboxylase, CO<sub>2</sub>-Affinität</li> <li>• Stofftransport zwischen Kompartimenten</li> <li>• Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen Protozellen, Rubisco, CETCH-Zyklus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichen die Sekundärvorgänge bei C<sub>3</sub>- und C<sub>4</sub>-Pflanzen und erklären diese mit der Anpassung an unterschiedliche Standortfaktoren (S1, S5, S7, K7),</li> <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 Anpassungen ermöglichen eine effektive Fotosynthese an heißen und trockenen Standorten?</b></p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p> <p><b>Inwiefern können die Erkenntnisse aus der Fotosyntheseforschung zur Lösung der weltweiten CO<sub>2</sub>-Problematik beitragen?</b></p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i>  <b>Verhungern oder Verdursten? – Anpassungen bei Mais und Hirse</b>  <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erläuterung der Standortfaktoren von C<sub>4</sub>-Pflanzen, Hypothesenbildung zu Anpassungen, auch unter Berücksichtigung der höheren FS-Leistung</li> <li>• Identifizierung der anatomischen Unterschiede im schematischen Blattquerschnitt von C<sub>3</sub>- und C<sub>4</sub>-Pflanzen und Beschreibung der physiologischen Unterschiede</li> <li>• Erläuterung der höheren Fotosyntheseleistung der C<sub>4</sub>-Pflanzen an warmen, trockenen Standorten, dabei Fokussierung auf die unterschiedliche CO<sub>2</sub>-Affinität der Enzyme PEP-Carboxylase und Rubisco</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Künstliche Fotosynthese – eine Maßnahme gegen den Klimawandel?</b>  <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)</li> <li>• Diskussion des Sachverhalts „biotechnologisch optimierte Fotosynthese“,</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
			Erkennen unterschiedlicher Interessen und ethischer Fragestellungen (B2)

<p><b>Inhaltsfeld 4: Ökologie (Q1)</b></p> <p><b>UV GK-Ö1: Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen</b></p> <p>Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p> <p><b>UV LK-Ö1: Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen</b></p> <p>Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	<p><b>Fachschaftsinterne Absprachen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exkursion zu einer schulnahen Wiese</li> </ul>
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <p>Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Fachliches Verfahren: Erfassung ökologischer Faktoren und quantitative und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)</li> <li>• Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)</li> <li>• Informationen aufbereiten (K)</li> </ul>	<p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompartimentierung in Ökosystemebenen</li> </ul> <p>Steuerung und Regelung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Positive und negative Rückkopplung ermöglichen Toleranz</li> </ul> <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Angepasstheit an abiotische und biotische Faktoren</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltliche Aspekte</li> </ul>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren</li> <li>Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven  <i>Euryök, stenök, ökologisches Optimum, physiologische Potenz, Minimum, Maximum, Präferenz- und Toleranzbereich</i>  <i>(im Lehrplan keine konkrete Nennung, welche abiotischen Faktoren behandelt werden müssen)</i> </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. 8 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 (→ 8)</li> <li>Begriff "Klima" vermeiden und konkretisieren</li> <li>Darstellung des Wirkungsgefüges von Umweltfaktoren, Lebensvorgängen und Wechselbeziehungen von Lebewesen im gewählten Modellökosystem mit Hilfe einer Concept Map</li> <li>Biosphäre 2</li> <li><b>Basiskonzept individuelle und evolutive Entwicklung</b></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 Temperatur oder Wasser (<i>ggf. morphologische und physiologische Angepasstheiten bei Pflanzen → UV 3 Stoffwechselphysiologie</i>)</li> <li>Ev. Untersuchung der Temperaturpräferenz bei Wirbellosen mit Hilfe der schuleigenen Temperaturorgeln</li> <li>RGT-Regel anhand der Kriechgeschwindigkeit von Mehlkäferlarven bzw. Kiemendeckelfrequenz von Goldfischen</li> <li>Interpretation von Toleranzkurven eurythermer und stenothermer Lebewesen</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</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltliche Aspekte</li> </ul>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz  <b>Intra- und interspezifische Beziehungen:</b>  <b>Konkurrenz (Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen (siehe unten))</b></li> <li>Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: physiologische und ökologische Potenz</li> <li>Ökologische Nische  <b>Fundamentalnische, Realnische</b></li> <li>Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen,</li> <li>Erfassung ökologischer Faktoren und quantitative und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal  <b>Bioindikatoren</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>analysieren die Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- und interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6–K8).</li> <li>erläutern die ökologische Nische als Wirkungsgefüge (S4, S7, E17, K7, K8).</li> <li>bestimmen Arten in einem ausgewählten Areal und begründen ihr Vorkommen mit dort erfassten ökologischen Faktoren (E3, E4, E7–9, E15, K8).</li> <li>analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14).</li> </ul>	<p><b>Welche Auswirkungen hat die Konkurrenz um Ressourcen an realen Standorten auf die Verbreitung von Arten?</b>            (ca. 7 Ustd.)</p> <p><b>Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden?</b>            (ca. 4 Ustd.)            + Exkursion</p>	<p>veränderter Umweltbedingungen aufgrund des komplexen Zusammenwirkens vieler Faktoren nur schwer vorhersagbar sind (E13)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nur fakultativ: Klimaregeln</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 ultimate Erklärung der Einnischung (K7,8)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Fettwiese oder Magerrasen? – Zeigerarten geben Aufschluss über den Zustand von Ökosystemen</b>  <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</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen	Sequenzierung: Leitfragen	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
	Schülerinnen und Schüler...		
			extensive Grundlandbewirtschaftung (K11–14) [2,3]

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 13.01.2023

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

#### **Inhaltsfeld 4: Ökologie (Q1)**

##### **UV GK-Ö2: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften**

Zeitbedarf: ca. 9 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

##### **UV LK-Ö2: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften**

Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

#### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität

#### **Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:**

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

#### **Beiträge zu den Basiskonzepten:**

Struktur und Funktion:

- Kompartimentierung in Ökosystemebenen

Individuelle und evolutive Entwicklung:

- Anpasstheit an abiotische und biotische Faktoren

<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>• <b>Idealisierte Populationsentwicklung: exponentielles und logistisches Wachstum</b></li> <li>Umweltkapazität, dichteabhängige (Stress, Platzmangel) und dichte-unabhängige Faktoren</li> <li>• <b>Fortpflanzungsstrategien: r- und K-Strategen</b></li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Interspezifische Beziehungen: Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen</b></li> <li><b>Volterra Regeln 1-2</b></li> </ul>	<p>interpretieren grafische Darstellungen der Populationsdynamik unter 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> </ul>	<p><b>Welche grundlegenden Annahmen gibt es in der Ökologie über die Dynamik von Populationen?</b></p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p> <p><b>In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar?</b></p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Sukzession – wie verändern sich die Populationsdichte und -zusammensetzung an Altindustriestandorten? [1]</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse der Bedingungen für exponentielles und logistisches Wachstum, Interpretation von grafischen Darstellungen unter idealisierten und realen Bedingungen (E9, E10)</li> <li>• Erläuterung von dichtebegrenzenden Faktoren</li> <li>• <b>Recherche der charakteristischen Merkmale von r- und K- Strategen und Analyse von grafischen Darstellungen der charakteristischen Populationsdynamik (K9)</b></li> <li><b>Bezug zur veränderten Biozönose in Sukzessionsstadien (z. B. überwiegend r-Strategen auf einer Industriebrache)</b></li> <li>• Kritische Reflexion der im Unterricht verwendeten vereinfachten Annahmen zur Populationsökologie (E12)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Gut vernetzt – Wechselwirkungen in Biozönosen</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung der charakteristischen Merkmale von Konkurrenz (→ UV 1 Ökologie), Räuber-Beute-Beziehung, Parasitismus 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 Anpasstheiten 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 Stellungnahme zu den Volterra-Regeln</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>Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität</li> <li><b>Lottka-Volterra-Regel 3</b></li> <li><b>Hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10).</li> <li><b>analysieren Schwierigkeiten der Risikobewertung für hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt unter Berücksichtigung verschiedener Interessenslagen (E15, K10, K14, B1, B2, B5).</b></li> </ul>	<p><b>Wie können Aspekte der Nachhaltigkeit im Ökosystemmanagement verankert werden?</b></p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Pestizideinsatz in der Landwirtschaft</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse eines Fallbeispiels zur Schädlingsbekämpfung mit Pestizideinsatz unter Berücksichtigung der kurzfristigen und langfristigen Populationsentwicklung des Schädlings</li> <li>Erläuterung des Konflikts zwischen ökonomisch rentabler Umweltnutzung und Biodiversitätsschutz, z. B. anhand der intensiven Landwirtschaft und dem Einsatz von Pestiziden für den Pflanzenschutz</li> <li>Bewertung von Handlungsoptionen im Sinne eines nachhaltigen Ökosystemmanagements und Diskussion von Handlungsoptionen als Privatverbraucher (K14)</li> </ul>

Weiterführende Materialien:

URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
<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)
<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
<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
<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
<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*

<p><b>Inhaltsfeld 4: Ökologie (Q1)</b></p> <p><b>UV GK-Ö3: Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen</b></p> <p><b>Zeitbedarf: ca. 9 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</b></p> <p><b>UV LK-Ö3: Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen</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> <p>Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)          Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)          Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)          Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)</p>	<p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompartimentierung in Ökosystemebenen (Organismus, Population, Ökosystem, Biom, Biosphäre)</li> </ul> <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffkreisläufe in Ökosystemen</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz <b>Nahrungskette, Nahrungsnetz,</b> <b>Trophieebenen, Produzent, Konsument, Destruent,</b></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><b>Kontext:</b></p> <p><b>Nahrungsbeziehungen und ökologischer Wirkungsgrad</b></p> <p><b>Zentrale Unterrichtssituationen:</b></p> <p>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)</p>

<p>Herbivore, Carnivore, Energiefluss, Energieentwertung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kohlenstoffkreislauf</li> </ul> <p>Biomasse, Fotosynthese, Zellatmung, gebundenes und gelöstes CO<sub>2</sub>, kurzfristiger und langfristiger Kohlenstoffkreislauf, fossile Brennstoffe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts</li> <li>• Ökologischer Fußabdruck</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</li> </ul>	<p><b>Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant?</b></p> <p>(ca. 3 Ustd.)</p> <p><b>Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden?</b></p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p>	<p>Erläuterung der Bedeutung der einzelnen Trophieebenen in Stoffkreisläufen (→ IF Stoffwechselphysiologie)</p> <p>Interpretation der Unterschiede der Stoffspeicherung und des Stoffflusses in terrestrischen und aquatischen Systemen anhand von Biomassepyramiden und Produktionswertpyramiden (K5, E14)</p> <p>Interpretation von grafischen Darstellungen zum Energiefluss in einem Ökosystem unter Berücksichtigung des ökologischen Wirkungsgrads der jeweiligen Trophieebene</p> <p>Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der modellhaften Darstellungen (E12)</p> <p>Anwendung der erworbenen Kenntnisse am Beispiel des Flächen- und Energiebedarfs für die Fleischproduktion auf Grundlage von Untersuchungsbefunden (E14)</p> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Kohlenstoffkreislauf und Klimaschutz</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <p>Darstellung der Austauschwege im Kohlenstoffkreislauf zwischen den Sphären der Erde (Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre, Biosphäre) und Identifikation von Kohlenstoffspeichern (K5)</p> <p>Unterscheidung von langfristigem und kurzfristigem Kohlenstoffkreislauf und Erläuterung der Umweltschädlichkeit von fossilen Energiequellen in Bezug auf die Erderwärmung (E14)</p> <p>Recherche zu Kippunkten (Tipping Points) des Klimawandels und Erläuterung eines Kippelements, z. B. Permafrostboden (K2)</p> <p><b>Basiskonzept Stoffkreisläufe in Ökosystemen</b></p> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Aktuelle Debatte um den Einfluss des Menschen auf den Klimawandel</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <p>Identifikation nicht wissenschaftlicher Aussagen im Vergleich zu wissenschaftlich fundierten Aussagen bezüglich des anthropogenen Einflusses auf den Treibhauseffekt (E16) [7]</p> <p>Angeleitete Recherche zu den geografischen, zeitlichen und sozialen Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffekts sowie zu den beschlossenen Maßnahmen [8]</p>
---	--	---	--

<p>Stickstoffkreislauf</p> <p>Nitrat, Nitrit, elementarer Stickstoff, Nitrifikation, Denitrifikation, Stickoxide, Dünger, Cyanobakterien,</p> <p>Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, nachhaltige Nutzung</p> <p>Eutropher See, Renaturierung z.B. durch Sedimententfernung, Belüftung</p>	<p>verschiedenen Perspektiven (K13, K14, B8, B10, B12).</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> <li>analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5).</li> </ul>	<p><b>Wie können umfassende Kenntnisse über ökologische Zusammenhänge helfen, Lösungen für ein komplexes Umweltproblem zu entwickeln?</b></p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p>	<p>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)</p> <p>Kontext:</p> <p><b>Umweltproblem Stickstoffüberschuss: Ursachen und Auswege</b></p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <p>Erarbeitung des natürlichen Stickstoffkreislaufs, Identifikation der Stoffspeicher und Austauschwege. Fokussierung auf die Anteile von molekularem Stickstoff und biologisch verfügbaren Verbindungen.</p> <p>Fokussierung auf die anthropogene Beeinflussung des Stickstoffkreislaufs und Strukturierung von Informationen zur komplexen Umweltproblematik durch Stickstoffverbindungen (K2, K5) [9,10]</p> <p>Recherche zu einem ausgewählten, ggf. lokalen Umweltproblem, welches auf einem zu hohen Stickstoffeintrag beruht und zu den unternommenen Renaturierungsmaßnahmen (K11–14).</p>
---	--	--	---

<p><b>UV GK-G1: DNA – Speicherung und Expression genetischer Information (Q2)</b></p> <p><b>Inhaltsfeld 5.1A: Genetik und Evolution</b></p> <p>Zeitbedarf: ca. 27 Unterrichtsstunden à 45 Minuten GK  Zeitbedarf: ca. 28 Unterrichtsstunden à 45 Minuten LK</p>	<p><b>Fachschaftsinterne Absprachen</b></p>
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <p>Molekulargenetische Grundlagen des Lebens</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)</li> <li>• Informationen aufbereiten (K)</li> </ul>	<p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompartimentierung bei der eukaryotischen Proteinbiosynthese</li> </ul> <p>Information und Kommunikation:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Codierung und Decodierung von Information bei der Proteinbiosynthese</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	4.6.1 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>• Wird aus EF vorausgesetzt, hier nur kurze Wiederholung (Bau der DNA und das Grundprinzip der semikonservativen Replikation 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 style="color: red;"><b>Genetischer Code, Proteinbiosynthese, Code-Sonne, Transkription, Translation, Vergleich der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten, tRNA, mRNA und rRNA</b></p>	<p><b>Wie wird die identische Verdopplung der DNA vor einer Zellteilung gewährleistet?</b> (ca. 1 Ustd.)</p> <p><b>Wie wird die genetische Information der DNA zu Genprodukten bei Prokaryoten umgesetzt?</b> (ca. 8 Ustd.)</p>	<p><b>4.6.1 Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b></p> <p><i>Kontext:</i>  <b>Zellteilungen der Zygote nach Befruchtung</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erklärung der Eigenschaften und Funktionen ausgewählter Enzyme (DNA-Polymerase, DNA-Ligase) für die Prozesse in der Zelle z. B. anhand eines Erklärvideos</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Modellorganismus Bakterium: Erforschung der Proteinbiosynthese an Prokaryoten</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau von Proteinen (→ EF) und Erarbeitung des Problems der Codierung bzw. Decodierung von Informationen auf DNA-Ebene, m-RNA-Ebene und Proteinebene (<b>Bezug zum Basiskonzept Information und Kommunikation und auch Struktur und Funktion</b>)</li> <li>• Erstellung eines Fließschemas zum grundsätzlichen Ablauf der Proteinbiosynthese (→ SI) unter Berücksichtigung der DNA-, RNA-, Polypeptid- und Proteinebene zur Strukturierung der Informationen</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltliche Aspekte</li> </ul>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>4.6.1 Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Genmutationen</li> <li>PCR Gelelektrophorese</li> </ul>	<p>Genexpression, Intron, Exon, Præ-mRNA, Spleißen, PolyA, Cap-Ende, Prozessing</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und erklären damit Genmutation</li> <li>erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8).</li> </ul> <p>Degeneriert, Kommafrei, stumme Mutation, Raster- missence-, nonsense Mutation, Genwirkkette, BEADLE &amp; TATUM (<i>Neurospora crassa</i>), Ein-Gen-Ein-Polypeptid-Hypothese, Phänokopierung, Genetischer Block</p> <p>erläutern PCR und Gelelektrophorese unter anderem als Verfahren zur Feststellung von Genmutationen (S4, S6, E8–10, K11).</p>	<p><b>Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen bei der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten?</b> (ca. 6 Ustd.)</p> <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</b></p>	<p><b>4.6.1 Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erläuterung des Ablaufs der Transkription z. B. anhand einer Animation (Eigenschaften und Funktionen der RNA-Polymerase, Erkennen der Transkriptionsrichtung) unter Anwendung der Fachsprache</li> <li>Erläuterung des Vorgangs der Translation z. B. anhand Erklärvideo</li> <li>Erarbeitung der Eigenschaften des genetischen Codes und Anwendung der Codesonne unter Rückbezug auf das erstellte Fließschema [ggf. 3]</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Transkription und Translation bei Eukaryoten</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aktivierung von Vorwissen zu Kompartimentierung und Organellen (→ EF) als Grundlage für die Frage wie DNA-Info zu den Ribosomen im Cytoplasma kommt</li> <li>Reflexion der größeren Komplexität der Prozesse bei eukaryotischen Zellen im Zusammenhang mit der Kompartimentierung (<b>Basiskonzept Struktur und Funktion, Stoff- und Energieumwandlung</b>)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Genwirkkette als Beispiel des Zusammenhangs Gen-Phänotyp</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aktivierung von Vorwissen zu Genommutationen, Chromosomenmutationen (→ Sek I, → EF)</li> <li>Ableitung der verschiedenen Typen von Genmutationen. Mögliche Auswirkungen auf Proteinebene am Beispiel stummer Mutation (<b>Einbezug der Basiskonzepte Struktur und Funktion und Information und Kommunikation</b>)</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>Inhaltliche Aspekte</li> </ul>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>4.6.1 Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten:            Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung</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>Silencer, Enhancer, Transkriptionsfaktoren, DNA-Methylierung, Histon-Acetylierung (Bsp. Aguti-Mäuse)</b></p>	<p><b>festgestellt werden?</b> (ca. 6 Ustd.)</p> <p><b>Wie wird die Genaktivität bei Eukaryoten gesteuert?</b> (ca. 7 Ustd.)</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>Erläuterung des Grundprinzips der DNA-Gelelektrophorese und Anwendung der Verfahren zur Identifikation von Genmutationen durch Wahl der Primer, Benennung der DNA-Sequenzierung nach Sanger als Technik zur Analyse von Sequenzunterschieden [7]</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 z.B. Hormone als Transkriptionsfaktor (<b>Basiskonzept Steuerung und Regelung</b>)</li> <li>Reflexion des Zusammenspiels der verschiedenen Ebenen der Genregulation bei Eukaryoten unter Bezügen zu den <b>Basiskonzepten Stoff- und Energieumwandlung sowie Steuerung und Regelung</b></li> </ul>

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

[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-G2: DNA – Regulation der Genexpression und Krebs (Q2)</b> <b>Inhaltsfeld 5.1B: Genetik und Evolution</b> Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	<b>Fachschaftsinterne Absprachen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. Besuch durch Pharmazeutin oder Pharmazeuten zur Einführung in personalisierte Medizin</li> </ul>
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Molekulargenetische Grundlagen des Lebens  <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 austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)</li> </ul>	<b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b> Stoff- und Energieumwandlung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiebedarf am Beispiel von DNA-Replikation und Proteinbiosynthese</li> </ul> Information und Kommunikation: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Codierung und Decodierung von Information bei der Proteinbiosynthese</li> </ul> Steuerung und Regelung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prinzip der Homöostase bei der Regulation der Genaktivität</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Histonmodifikation, RNA-Interferenz</li> <li>• Krebs: Krebszellen, Onkogene und Anti-Onkogene, personalisierte Medizin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <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> </ul> Mutagene, Onkogene, Proto-Onkogene, Tumor-Supressorgene,	<b>Wie wird die Genaktivität bei Eukaryoten gesteuert?</b> (ca. 10 Ustd.)  <b>Wie können zelluläre Faktoren zum ungehemmten Wachstum der Krebszellen führen?</b> (ca. 6 Ustd.)	Kontext: <b>Körperzellen: gleiches Erbgut – unterschiedliche Differenzierung</b>  Kontext: <b>Krebsentstehung als Deregulation zellulärer Kontrolle des Zellzyklus [3]</b> zentrale Unterrichtssituationen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktivierung von Vorwissen zur Bedeutung des Zellzyklus und der Kontrollpunkte (→ EF)</li> <li>• Erläuterung der Eigenschaften von Krebszellen und medizinischer Konsequenzen unter Berücksichtigung der Vielfalt von Tumorzellen (Basiskonzept)</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	<p>p53, RAS, DNA-Chips, Sequenzierung (SANGER)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>begründen den Einsatz der personalisierten Medizin in der Krebstherapie (S4, S6, E14, K13).</li> </ul>	<p><b>Welche Chancen bietet eine personalisierte Krebstherapie?</b> (ca. 4 Ustd.)</p>	<p>Steuerung und Regelung)</p> <ul style="list-style-type: none"> <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)</li> </ul> <p>Kontext:  <b>Krebstherapie: Ermöglicht eine Personalisierung die Vermeidung von Nebenwirkungen?</b>  zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aktivierung von Vorwissen zur Anwendung von Zellwachstumshemmern (→ EF)</li> <li>Erläuterung der Nebenwirkungen von Zytostatika ausgehend von generellen Eigenschaften der Tumorzellen</li> <li>Formulierung von Hypothesen zu Therapieansätzen unter Berücksichtigung der Vielfalt von Tumorzellen und der Verminderung von Nebenwirkungen bei systemischer Behandlung</li> <li>Begründung einer Genotypisierung zum Beispiel vor der Chemotherapie mit 5-Fluorouracil [4] und ggf. weiterer Ansätze zu individualisierten Behandlungsmethoden [5, 6] (auch Einbezug von mRNA-Techniken ist möglich) auch 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.]*

<b>UV GK-G2: Humangenetik und Gentherapie (Q2)</b> <b>Inhaltsfeld 5.2: Genetik und Evolution</b> Zeitbedarf: ca. 8 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	<b>Fachschaftsinterne Absprachen</b>
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Molekulargenetische Grundlagen des Lebens  <b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)</li> <li>• Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)</li> </ul>	<b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b>  Information und Kommunikation: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Codierung und Decodierung von Information bei der Proteinbiosynthese</li> </ul> Steuerung und Regelung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prinzip der Homöostase bei der Regulation der Genaktivität</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung,</li> </ul> Gentechnik: Veränderung und Einbau von DNA,	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurze Wiederholung Genotypen von Familienstammbäume ableiten. Fokus auf mögliche Konsequenzen für Gentest und Beratung setzen (S4, E3, E11, E15, K14, B8).</li> </ul> <b>Wahrscheinlichkeitsprognosen, DNA-Chips, Praenataldiagnostik</b>  erklären die Herstellung rekombinanter DNA und nehmen zur Nutzung gentechnisch veränderter Organismen Stellung (S1, S8, K4, K13, B2, B3, B9, B12).	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>  <b>Welche Bedeutung haben Familienstammbäume für die genetische Beratung betroffener Familien?</b> (ca. 4 Ustd.)  <b>Wie wird rekombinante DNA hergestellt und vermehrt?</b> <b>Welche ethischen Konflikte</b>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>  <i>Kontext:</i> <b>Ablauf einer Familienberatung bei genetisch bedingten Erkrankungen</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurze Aktivierung von Vorwissen zur Analyse verschiedener Erbgänge anhand des Ausschlussverfahrens (→ EF)</li> <li>• Reflexion der gewonnenen Erkenntnisse und Begründung der Anwendung von Stammbäumen zur Familienberatung</li> <li>• Grundlagen zu dem Vorgehen bei Gentest am Beispiel der DNA-Chips als Screening Verfahren</li> <li>• Entwicklung von Handlungsoptionen im Beratungsprozess und Abwägen der Konsequenzen für die Betroffenen am Beispiel pränataler Diagnostiken</li> </ul> <i>Kontext:</i> <b>Insulinproduktion durch das Bakterium Escherichia coli</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p>Gentherapeutische Verfahren</p> <p>Gentherapie</p>	<p>• bewerten Nutzen und Risiken einer Gentherapie beim Menschen (S1, K14, B3, B7–9, B11).</p> <p><b>Gentherapie</b></p>	<p><i>treten bei der Nutzung gentechnisch veränderter Organismen auf.</i></p> <p><i>(ca. 8 Ustd)</i></p> <p><b>Welche ethischen Konflikte treten im Zusammenhang mit gentherapeutischen Behandlungen beim Menschen auf?</b></p> <p><i>(ca. 4 Ustd.)</i></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 (<b>Besuch des Köln-Pub</b>)</li> <li>• Ableitung der erhöhten Komplexität der gentechnischen Manipulation eukaryotischer Systeme</li> <li>• Diskussion der Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen unter Berücksichtigung des Erhalts der Biodiversität, ökonomischer Aspekte, politischer und sozialer Perspektiven, ggf. Einbindung von [2]</li> </ul> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Monogene Erbkrankheiten (z. B. Mukoviszidose)</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ableitung von Nutzen und Risiken bei Gentherapie für Individuum und Gesellschaft, Aufstellen von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen</li> <li>• Reflexion des Bewertungsprozesses aus persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Perspektive</li> <li>• Problematisierung Stammzellforschung, individual Medizin.</li> <li>• <i>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</i></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>

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 E1: Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie (Q2)</b>  <b>Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution</b> Zeitbedarf: ca. 13 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	<b>Fachschaftsinterne Absprachen</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. Zoobesuch</li> </ul>
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Entstehung und Entwicklung des Lebens  <b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biologische Sachverhalte betrachten (S)</li> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• Informationen aufbereiten (K)</li> </ul>	<b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b> Individuelle und evolutive Entwicklung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
• Synthetische Evolutionstheorie: Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift	• begründen die Veränderungen im Genpool einer Population mit der Wirkung der Evolutionsfaktoren (S2, S5, S6, K7).  <b>Mutation, Rekombination, gerichtete, stabilisierende und aufspaltende Selektion, Variation, Gendrift, Flaschenhalseffekt, Darwin Theorie, genetische Variabilität, Modifikation</b>	<b>Wie lassen sich Veränderungen im Genpool von Populationen erklären?</b>  (ca. 5 Ustd.)	<b>Kontext:</b> <b>Schnabelgrößen bei Populationen von Vögeln (z. B. beim Mittleren Grundfink oder Purpurastrilden)</b>  <b>zentrale Unterrichtssituationen:</b> <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</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adaptiver Wert von Verhalten, Kosten-Nutzen-Analyse, reproduktive Fitness</li> <li>• Sozialverhalten bei Primaten: exogene und endogene Ursachen, Fortpflanzungsverhalten</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 das Fortpflanzungsverhalten von Primaten datenbasiert auch unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (S3, S5, E3, E9, K7).</li> </ul> <p><b>Kosten-Nutzen-Analyse, reproduktive Fitness, natürliche vs. sexuelle Selektion</b></p>	<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>Wie lassen sich die Paarungsstrategien und Sozialsysteme bei Primaten erklären?</b> (ca. 4 Ustd.)</p>	<p>Einfluss auf die Allelvielfalt von Populationen</p> <ul style="list-style-type: none"> <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</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Kosten-Nutzen-Analyse</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beispiel zur Kosten-Nutzen-Analyse</li> <li>• Erläuterung des adaptiven Wertes von Verhalten unter Einbezug der reproduktiven Fitness und Berücksichtigung der Umweltbedingungen. Berücksichtigung proximaler und ultimer Ursachen</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></p> <p><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> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Variabilität der Paarungsstrategien und Sozialsysteme bei Primaten</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ableitung der Zusammenhänge zwischen Reproduktionserfolg, ökologischer Situation und Paarungsstrategie für Männchen bzw. Weibchen und Entwicklung von Hypothesen zu den Strategien z. B. bei Krallenaffen [2]</li> <li>• Erläuterung der endogenen und exogenen Ursachen von Fortpflanzungsverhalten unter der Berücksichtigung proximaler und ultimer Erklärungen und der Vermeidung finaler Begründungen</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
• Koevolution	<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> </ul> <p><b>Koevolution, Bates'sche und Müller'sche Mimikry, Wettrüsten</b></p>	<p><b>Welche Prozesse laufen bei der Koevolution ab?</b></p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i>  <b>Orchideen-Schwärmer und Stern von Madagaskar (Bestäuber-Blüte-Koevolution)</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>System Bestäuber-Blüte unter Berücksichtigung der jeweiligen Selektionsvorteile und Selektionsnachteile für die beiden Arten</li> <li>Ableitung einer Definition für Koevolution und Erläuterung verschiedener koevolutiver Beziehungen unter Berücksichtigung ultimativer und proximativer Ursachen</li> <li>Zusammenfassung der Erklärungsansätze für evolutive Prozesse auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie</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>	<p>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.</p>

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

<b>UV GK-E2: Stammbäume und Verwandtschaft (Q2)</b> <b>Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution</b> Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	<b>Fachschaftsinterne Absprachen</b>
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Entstehung und Entwicklung des Lebens  <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>• Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)</li> <li>• Informationen aufbereiten (K)</li> </ul>	<b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b> Individuelle und evolutive Entwicklung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Artbildung</li> <li>• Homologien, ursprüngliche und abgeleitete Merkmale</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)   <b>Biodiversität, Artbegriffe (morphologischer, biologischer, phylogenetischer), prä- und postzygotischer Isolationsmechanismen, allopatrische-, sympatrische Artbildung, adaptive Radiation</b></li> <li>• deuten Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8).   <b>Homologie, Analogie, Divergent, Konvergent, Rudimente, Atavismen, Progressionsreihe, Regressionreihe</b></li> <li>• analysieren molekulare phylogenetische Stammbäume im Hinblick auf</li> </ul>	<p><b>Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen?</b> (ca. 4 Ustd.)</p> <p><b>Welche anatomischen Merkmale deuten auf eine phylogenetische Verwandtschaft hin?</b> (ca. 5 Ustd.)</p> <p><b>Wie lässt sich die phylogenetische Verwandtschaft auf verschiedenen Ebenen ermitteln,</b></p>	<p><i>Kontext:</i>  <b>Vielfalt der Finken auf den Galapagos-Inseln</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zur Evolution der Darwin-Finken</li> <li>• Erläuterung der adaptiven Radiation der Finkenarten unter Berücksichtigung des Konzepts der ökologischen Nische</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Homologie oder Analogie an Beispielen z.B. Handskelette</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ableitung phylogenetischer Verwandtschaften auf Basis verschiedener morphologischer Eigenschaften und Verhaltensweisen</li> <li>• Reflexion des Phänomens konvergenter Entwicklungen unter Einbezug der Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels (<b>Basiskonzept Individuelle und evolutive Entwicklung</b>)</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>die Verwandtschaft von Lebewesen und die Evolution von Genen (S4, E2, E10, E12, K9, K11).</p> <p><b>Dendrogramm, Dichotom, Aussen- gruppe</b></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>darstellen und analysieren?</b> (ca. 5 Ustd.)</p> <p><b>Wie lässt sich die Synthetische Evolutionstheorie von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen abgrenzen?</b> (ca. 2 Ustd.)</p>	<p><b>Ein ausgestorbenes Säugetier mit ungewöhnlichen Merkmalen: Macrauchenia</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zur Verwandtschaft von Macrauchenia mit rezenten Wirbeltieren bzw. Huftieren auf der Basis morphologischer Vergleiche [1]</li> <li>• Deutung der molekularen Ähnlichkeiten des Kollagens und Analyse des phylogenetischen Stammbaums unter Berücksichtigung möglicher Fehlerquellen</li> <li>• Erläuterung der Verwendung morphologischer und molekularer Daten zur Erstellung von Stammbäumen und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen</li> </ul> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Vielfalt einer Genfamilie (z. B. Hämoglobin-Gene)</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellung der molekularen Ähnlichkeiten auf DNA- und Proteinebene</li> <li>• Erklärung der Entstehung einer Genfamilie ausgehend von Genduplikationen und unabhängiger Entwicklung der einzelnen Genvarianten</li> <li>• Diskussion der Evolution von Genfamilien anhand von Gen-Stammbäumen und Abgrenzung zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen</li> </ul> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Intelligent Design – eine Pseudowissenschaft</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erläuterung der Merkmale naturwissenschaftlicher Theorien unter Berücksichtigung der Evidenzbasierung sowie Begründung der Einordnung des Intelligent Design als Pseudowissenschaft</li> <li>• Reflexion der verschiedenen Betrachtungsweisen evolutiver Prozesse durch Religion, Philosophie und Naturwissenschaften unter Berücksichtigung der Intentionen der jeweiligen Quellen</li> </ul>

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	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.

Letzter Zugriff auf die URL: 16.12.2022

<p><b>UV LK-E3: Humanevolution und kulturelle Evolution (Q2)</b></p> <p><b>Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution</b></p> <p>Zeitbedarf: ca. 10 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	<p><b>Fachschaftsinterne Absprachen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. Besuch des Neanderthal-Museums</li> </ul>
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <p>Entstehung und Entwicklung des Lebens</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)</li> <li>• Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)</li> <li>• Informationen aufbereiten (K)</li> </ul>	<p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	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><b>Kontext:</b> <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><b>Kontext:</b> <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>

## 5 Übersicht über die Kompetenzen (G9)

### Inhaltsfeld 1: Vielfalt und Anpasstheiten von Lebewesen (Jgst. 5)

#### Umgang mit Fachwissen

- I-UF1 Lebewesen von unbelebten Objekten anhand der Kennzeichen des Lebendigen unterscheiden (UF2, UF3, E1).
- I-UF2 tierische und pflanzliche Zellen anhand von lichtmikroskopisch sichtbaren Strukturen unterscheiden (UF2, UF3)
- I-UF3 kriteriengeleitet ausgewählte Vertreter der Wirbeltierklassen vergleichen und einer Klasse zuordnen (UF3).
- I-UF4 die Angepasstheit ausgewählter Säugetiere und Vögel an ihren Lebensraum hinsichtlich exemplarischer Aspekte wie Skelettaufbau, Fortbewegung, Nahrungserwerb, Fortpflanzung, Individualentwicklung oder Sozialverhalten erklären (UF1, UF4).
- I-UF5 Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen Wild- und Nutztieren durch gezielte Züchtung erklären und auf Vererbung zurückführen (UF2, UF4).
- I-UF6 das Zusammenwirken der verschiedenen Organe einer Samenpflanze an einem Beispiel erläutern (UF1).
- I-UF7 den Zusammenhang zwischen der Struktur von Früchten und Samen und deren Funktion für die Fortpflanzung und Ausbreitung von Pflanzen darstellen (UF2, UF3).
- I-UF8 die Bedeutung der Fotosynthese für das Leben von Pflanzen und Tieren erklären (UF4).

#### Erkenntnisgewinnung

- I-E1 einfache tierische und pflanzliche Präparate mikroskopisch untersuchen (E4)
- I-E2 Zellen nach Vorgaben in ihren Grundstrukturen zeichnen (E4, K1)
- I-E3 durch den Vergleich verschiedener mikroskopischer Präparate die Zelle als strukturelle Grundeinheit aller Lebewesen identifizieren (E2, E5).
- I-E4 einen Bestimmungsschlüssel (auch digital) zur Identifizierung einheimischer Samenpflanzen sachgerecht anwenden und seine algorithmische Struktur beschreiben (E2, E4, E5, E7)
- I-E5 Blüten fachgerecht präparieren und deren Aufbau darstellen (E2, E4, K1).
- I-E6 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)
- I-E7 mit einfachen Funktionsmodellen Mechanismen der Samenverbreitung erklären (E6).
- I-E8 eine Wortgleichung zum Prozess der Energieumwandlung bei der Fotosynthese aufstellen (E6).
- I-E9 den Aufbau von Säugetier- und Vogelknochen vergleichend untersuchen und wesentliche Eigenschaften anhand der Ergebnisse erklären (E3, E4, E5).

#### Bewertung

- I-B1 verschiedene Formen der Nutztierhaltung beschreiben und im Hinblick auf ausgewählte Kriterien erörtern (B1, B2)

### Inhaltsfeld 2: Mensch und Gesundheit (Jgst. 6)

#### Umgang mit Fachwissen

- II-UF1 Zusammenhänge zwischen Bau und Funktion jeweils am Beispiel der Verdauungsorgane, der Atmungsorgane, des Herz- und Kreislaufsystems und des Bewegungssystems erläutern (UF1, UF4).
- II-UF2 das Grundprinzip des Zusammenwirkens von Skelett und Muskulatur bei Bewegungen erklären (UF1)
- II-UF3 die Arbeitsteilung der Verdauungsorgane erläutern (UF1)
- II-UF4 am Beispiel des Dünndarms und der Lunge das Prinzip der Oberflächenvergrößerung und seine Bedeutung für den Stoffaustausch erläutern (UF4)
- II-UF5 einen Zusammenhang zwischen Nahrungsaufnahme, Energiebedarf und unterschiedlicher Belastung des Körpers herstellen (UF4)
- II-UF6 Blut als Transportmittel für Nährstoffe, Sauerstoff, Kohlenstoffdioxid und Harnstoff beschreiben und die damit zusammenhängenden Stoffwechselfvorgänge erläutern (UF1, UF2, UF4)
- II-UF7 die Folgen des Tabakkonsums für den Organismus erläutern (UF1, UF2, K4)

#### Erkenntnisgewinnung

- II-E1 bei der Untersuchung von Nahrungsmitteln einfache Nährstoffnachweise nach Vorgaben planen, durchführen und dokumentieren (E1, E2, E3, E4, E5, K1).
- II-E2 die Wirkungsweise von Verdauungsenzymen mithilfe einfacher Modellvorstellungen beschreiben (E6).

- II-E3 In einem quantitativen Experiment zur Abhängigkeit der Herzschlag- und Atemfrequenz von der Intensität körperlicher Anstrengung Daten erheben, *darstellen* und *auswerten* (E1, E2, E3, E4, E5, K1)
- II-E4 die Funktion der Atemmuskulatur zum Aufbau von Druckunterschieden an einem Modell *erklären* (E6).
- II-E5 die Funktionsweise des Herzens an einem einfachen Modell *erklären* und das Konzept des Blutkreislaufs an einem Schema *erläutern* (E6).
- II-E6 Blut (Fertigpräparate) mikroskopisch untersuchen und seine heterogene Zusammensetzung *beschreiben* (E4, E5, UF1).

#### Bewertung

- II-B1 Lebensmittel anhand von ausgewählten Qualitätsmerkmalen *beurteilen* (B1, B2)
- II-B2 Empfehlungen zur Gesunderhaltung des Körpers und zur Suchtprophylaxe unter Verwendung von biologischen Wissen *entwickeln* (B3, B4, K4).

### Inhaltsfeld 3: Sexualerziehung (Jgst. 6)

#### Umgang mit Fachwissen

- III-UF1 körperliche und seelische Veränderungen in der Pubertät *erläutern* (UF1, UF2)
- III-UF2 Bau und Funktion der menschlichen Geschlechtsorgane *erläutern* (UF1)
- III-UF3 den weiblichen Zyklus in Grundzügen *erklären* (UF1, UF4)
- III-UF4 Methoden der Empfängnisverhütung für eine verantwortungsvolle Lebensplanung *beschreiben* (UF1)
- III-UF5 Eizelle und Spermium *vergleichen* und den Vorgang der Befruchtung *beschreiben* (UF1, UF2).
- III-UF6 Schwangerschaft und Geburt *beschreiben* und Maßnahmen zur Vermeidung von Gesundheitsrisiken für Embryo und Fötus *begründen* (UF1, UF2, B3)

#### Erkenntnisgewinnung

- III-E1 anhand von Ultraschallbildern die Entwicklung eines Embryos bzw. Fötus *beschreiben* und das Wachstum mit der Vermehrung von Zellen *erklären* (E1, E2, E5, UF4).

#### Bewertung

- III-B1 den Sprachgebrauch im Bereich der Sexualität kritisch *reflektieren* und sich situationsangemessen, respektvoll und geschlechtersensibel *ausdrücken* (B2, B3)

### Inhaltsfeld 4: Ökologie und Naturschutz (Jgst. 8)

#### Umgang mit Fachwissen

- IV-UF1 an einem heimischen Ökosystem Biotop und Biozönose *beschreiben* sowie die räumliche Gliederung und Veränderungen im Jahresverlauf *erläutern* (UF1, UF3, K1).
- IV-UF2 Angepasstheiten von ausgewählten Lebewesen an abiotische und biotischen Umweltfaktoren *erläutern* (UF2, UF4).
- IV-UF3 symbiotische und parasitische Beziehungen an Beispielen *beschreiben* (UF1).
- IV-UF4 die Koexistenz von verschiedenen Arten mit ihren unterschiedlichen Ansprüchen an die Umwelt *erklären* (UF2, UF4).
- IV-UF5 wesentliche Merkmale im äußeren Körperbau ausgewählter Wirbellosen-Taxa *nennen* und diesen Tiergruppen konkrete Vertreter begründet *zuordnen* (UF3).
- IV-UF6 Pilze von Tieren und Pflanzen *unterscheiden* und an ausgewählten Beispielen ihre Rolle im Ökosystem *erklären* (F2, UF3).
- IV-UF7 das Grundprinzip der Fotosynthese *beschreiben* und sie als Energiebereitstellungsprozess dem Grundprinzip der Zellatmung *gegenüberstellen* (UF1, UF4).
- IV-UF8 ausgehend von Nahrungsnetzen die Stoff und Energieflüsse zwischen Produzenten, Konsumenten, Destruenten und Umwelt in einem Ökosystem *erläutern* (UF3, UF4, E6, K1).
- IV-UF9 die natürliche Sukzession eines Ökosystems *beschreiben* und anthropogene Einflüsse auf dessen Entwicklung *erläutern* (UF1, UF4).

#### Erkenntnisgewinnung

- IV-E1 ein heimisches Ökosystem hinsichtlich seiner Struktur *untersuchen* und dort vorkommende Taxa *bestimmen* (E2, E4).

- IV-E2** abiotische Faktoren in einem heimischen Ökosystem *messen* und mit dem Vorkommen von Arten *in Beziehung setzen* (E1, E4, E5).
- IV-E3** die Bedeutung von abiotischen Faktoren für die Habitatwahl von Wirbellosen experimentell *überprüfen* (E1, E3, E4, E5).
- IV-E4** historische Experimente zur Fotosynthese in Bezug auf zugrunde liegende Hypothesen *erklären* und hinsichtlich Stoff- und Energieflüssen *auswerten* (E3, E5, E7, UF3).
- IV-E5** Anpasstheiten von Pflanzen an einen abiotischen Faktor anhand von mikroskopischen Präparaten *beschreiben* (E2, E4).

#### Bewertung

- IV-B1** am Beispiel der Insekten Eingriffe des Menschen in die Lebensräume Wirbelloser *bewerten* (B1, B2).
- IV-B2** die Bedeutung des Biotopschutzes für den Artenschutz und den Erhalt der biologischen Vielfalt *erläutern* (B1, B4, K4).
- IV-B3** die Notwendigkeit von Naturschutz auch ethisch *begründen* (B4).
- IV-B4** Umgestaltungen der Landschaft durch menschliche Eingriffe unter ökonomischen und ökologischen Aspekten *bewerten* und Handlungsoptionen im Sinne des Naturschutzes und der Nachhaltigkeit *entwickeln* (B2, B3, K4).

### Inhaltsfeld 5: Evolution (Jgst. 8)

#### Umgang mit Fachwissen

- V-UF1** die wesentlichen Gedanken der DARWIN`schen Evolutionstheorie zusammenfassend *darstellen* (UF1, E7).
- V-UF2** Anpasstheiten als Folge von Evolutionsprozessen auf der Grundlage von Variabilität und Selektion *erklären* (UF2).
- V-UF3** Artenwandel durch natürliche Selektion mit Artenwandel durch Züchtung *vergleichen* (UF3).
- V-UF4** den biologischen Artbegriff *anwenden* (UF2).
- V-UF5** den möglichen Zusammenhang zwischen abgestufter Ähnlichkeit von Lebewesen und ihrer Verwandtschaft *erklären* (UF3, UF4).

#### Erkenntnisgewinnung

- V-E1** Fossilfunde *auswerten* und ihre Bedeutung für die Evolutionsforschung *erklären* (E2, E5, UF2)
- V-E2** anhand von anatomischen Merkmalen Hypothesen zur stammesgeschichtlichen Verwandtschaft ausgewählter Wirbeltiere *entwickeln* (E2, E5, K1)
- V-E3** eine Stammbaumhypothese zur Evolution des Menschen anhand ausgewählter Fossilfunde *entwickeln* (E2, E5, K1)
- V-E4** den Zusammenhang zwischen der Angepasstheit von Lebewesen an einen Lebensraum und ihrem Fortpflanzungserfolg an einem gegenwärtig beobachtbaren Beispiel *erklären* (E1, E2, E5, UF2).
- V-E5** die Eignung von Züchtung als Modellvorstellung für den Artenwandel durch natürliche Selektion *beurteilen* (E6).

#### Bewertung

- V-B1** die naturwissenschaftliche Position der Evolutionstheorie von nichtnaturwissenschaftlichen Vorstellungen zur Entwicklung von Lebewesen *abgrenzen* (B1, B2, B4, E7, K4).

### Inhaltsfeld 6: Genetik (Jgst. 10)

#### Umgang mit Fachwissen

- VI-UF1** den Zellzyklus auf der Ebene der Chromosomen vereinfacht *beschreiben* und seine Bedeutung für den vielzelligen Organismus *erläutern* (UF1, UF4)
- VI-UF2** das Prinzip der Meiose und die Bedeutung dieses Prozesses für die sexuelle Fortpflanzung und Variabilität *erklären* (UF1, UF4)
- VI-UF3** anhand von Karyogrammen den Chromosomensatz des Menschen sachgerecht *beschreiben* sowie Abweichungen im Karyogramm *analysieren* (UF1, UF2)
- VI-UF4** Ursachen und Auswirkungen einer Genommutation am Beispiel der Trisomie 21 *beschreiben* (UF1, UF2)
- VI-UF5** Gesetzmäßigkeiten der Vererbung auf einfache Beispiele *anwenden* (UF2)
- VI-UF6** Familienstambäume mit eindeutigem Erbgang *analysieren* (UF2, UF4, K1)
- VI-UF7** das grundlegende Prinzip der Proteinbiosynthese *beschreiben* und die Bedeutung von Proteinen bei der Merkmalsausprägung anhand ihrer funktionellen Vielfalt *darstellen* (UF1)

### Erkenntnisgewinnung

- VI-E1** mithilfe von Chromosomenmodellen eine *Vorhersage* über den grundlegenden Ablauf der Mitose treffen (E3, E6).  
**VI-E2** die Rekombinationswahrscheinlichkeiten von Allelen modelhaft *darstellen* (E6, K1)

### Bewertung

- VI-B1** Möglichkeiten und Grenzen der Pränataldiagnostik für ausgewählte Methoden *benennen* und kritisch *reflektieren* (B1, B2, B3, B4)

## Inhaltsfeld 7: Mensch und Gesundheit (Jgst. 10)

### Umgang mit Fachwissen

- VII-UF1** die Bedeutung der Glucose für den Energiehaushalt der Zelle *erläutern* (UF1, UF4).  
**VII-UF2** am Beispiel des Blutzuckergehalts die Bedeutung der Regulation durch negatives Feedback und durch antagonistisch wirkende Hormone *erläutern* (UF1, UF4)  
**VII-UF3** Ursachen und Auswirkungen von Diabetes mellitus Typ I und II datenbasiert miteinander *vergleichen* sowie geeignete Therapieansätze *ableiten* (UF1, UF2, E5).  
**VII-UF4** den Bau und die Vermehrung von Bakterien und Viren *beschreiben* (UF1)  
**VII-UF5** das Zusammenwirken des unspezifischen und spezifischen Immunsystems an einem Beispiel *erklären* (UF4).  
**VII-UF6** die Immunantwort auf körperfremde Gewebe und Organe *erläutern* (UF2).  
**VII-UF7** den Unterschied zwischen passiver und aktiver Immunisierung *erklären* (UF3)  
**VII-UF8** die allergische Reaktion mit der Immunantwort bei Infektionen *vergleichen* (UF2, E2)  
**VII-UF9** die Bedeutung hygienischer Maßnahmen zur Vermeidung von Infektionskrankheiten *erläutern* (UF1).  
**VII-UF10** zwischen Reiz und Erregung *unterscheiden* und die Abläufe bei bewusster Reaktion und Reflexen *vergleichen* (UF1, UF3)  
**VII-UF11** den Vorgang der Informationsübertragung an chemischen Synapsen anhand eines einfachen Modells *erklären* (UF1, E6)  
**VII-UF12** die Informationsübertragung im Nervensystem mit der Informationsübertragung durch Hormone *vergleichen* (UF3)  
**VII-UF13** körperliche Reaktionen auf Stresssituationen *erklären* (UF2, UF4)  
**VII-UF14** von Suchtmitteln ausgehende physische und psychische Veränderungen *beschreiben* und Folgen des Konsums für die Gesundheit *beurteilen* (UF1, B1).

### Erkenntnisgewinnung

- VII-E1** das Schlüssel-Schloss-Prinzip bei der Wirkungsweise von Hormonen oder Neurotransmittern modellhaft *erklären* (E6).  
**VII-E2** *historische Versuche* zur Bekämpfung von Infektionskrankheiten *auswerten* (E1, E3, E5, E7).  
**VII-E3** Experimente zur Wirkung von hygienischen Maßnahmen auf das Wachstum von Mikroorganismen *auswerten* (E1, E5).  
**VII-E4** die Grenzen eines einfachen Funktionsmodells am Beispiel des Neurons kritisch *reflektieren* (U6, UF1).  
**VII-E5** die Wahrnehmung eines Reizes experimentell *erfassen* (E4, E5)

### Bewertung

- VII-B1** Handlungsoptionen zur Vorbeugung von Diabetes Typ II *entwickeln* (B2)  
**VII-B2** Positionen zum Thema Impfung auch im Internet *recherchieren* und unter Berücksichtigung der Empfehlungen der Ständigen Impfkommision kritisch *reflektieren* (B1, B2, B3m B4, K2, K4).  
**VII-B3** den Einsatz von Antibiotika im Hinblick auf die Entstehung von Resistenzen *beurteilen* (B1, B3, B4, K4)

## Inhaltsfeld 8: Sexualerziehung (Jgst. 10)

### Umgang mit Fachwissen

- VIII-UF1** den weiblichen Zyklus unter Verwendung von Daten zu körperlichen Parametern in den wesentlichen Grundzügen *erläutern* (UF2, E5)

**VIII-UF2** die wesentlichen Stadien der Entwicklung von Merkmalen und Fähigkeiten eines Ungeborenen *beschreiben* (UF1, UF3)

**VIII-UF3** künstliche Befruchtung in Grundzügen *erklären* (UF1)

**VIII-UF4** über die Reproduktionsfunktion hinausgehende Aspekte menschlicher Sexualität *beschreiben* (UF1).

<b>Erkenntnisgewinnung</b>
----------------------------

**VIII-E1** Aussagen zur Sicherheit von Verhütungsmethoden am Beispiel des PEARL-Index *erläutern* und kritisch *reflektieren* (E5, E7, B1).

<b>Bewertung</b>
------------------

**VIII-B1** die Übernahme von Verantwortung für sich selbst und andere im Hinblick auf sexuelles Verhalten an Fallbeispielen *diskutieren* (B4, K4).

**VIII-B2** bei Aussagen zu unterschiedlichen Formen sexueller Orientierung und geschlechtlicher Identität Sachinformationen von Wertungen *unterscheiden* (B1)

**VIII-B3** Verhütungsmethoden und die "Pille danach" *kriteriengeleitet vergleichen* und Handlungsoptionen für verschiedene Lebenssituationen begründet *auswählen* (B2, B3).

## Konkretisierte Kompetenzen Bio Einführungsphase (11.1)

### IF1 Biologie der Zelle

#### Basiskonzept: UMGANG MIT FACHWISSEN

- UF1** *beschreiben* den Aufbau pro- und eukaryotischer Zellen und *stellen* die Unterschiede *heraus* (UF3)
- UF2** *beschreiben* Aufbau und Funktion der Zellorganellen und *erläutern* die Bedeutung der Zellkompartimentierung für die Bildung unterschiedlicher Reaktionsräume innerhalb einer Zelle (UF3, UF1)
- UF3** *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)
- UF4** *erläutern* die membranvermittelten Vorgänge der Endo- und Exocytose (u.a. am GOLGI-Apparat) (UF1, UF2).
- UF5** *erläutern* die Bedeutung des Cytoskeletts für den intrazellulären Transport und die Mitose (UF3, UF1)
- UF6** *begründen* die biologische Bedeutung der Mitose auf der Basis der Zelltheorie (UF1, UF4)
- UF7** *ordnen* differenzierte Zelle auf Grund ihrer Strukturen spezifischen Geweben und Organen zu und *erläutern* den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (UF3, UF4, UF1).
- UF8** *beschreiben* den semikonservativen Mechanismus der DNA-Replikation (UF1, UF4).

#### Basiskonzept: ERKENNTNISGEWINNUNG

- E1** *stellen* den wissenschaftlichen Erkenntniszuwachs zum Zellaufbau durch technischen Fortschritt an Beispielen (durch Licht-, Elektronen- und Fluoreszenzmikroskopie) *dar* (E7)
- E2** *benennen* Fragestellungen historischer Versuche zur Funktion des Zellkerns und *stellen* Versuchsdurchführungen und Erkenntniszuwachs *dar* (E1, E5, E7)
- E3** *werten* Klonierungsexperimente (Kerntransfer bei Xenopus) *aus* und *leiten* ihre Bedeutung für die Stammzellforschung *ab*
- E4** *führen* mikroskopische Untersuchungen zur Plasmolyse hypothesengeleitet *durch* und *interpretieren* die beobachteten Vorgänge (E2, E3, E5, K1, K4)
- E5** *führen* Experimente zur Diffusion und Osmose *durch* und *erklären* diese mit Modellvorstellungen auf Teilchenebene (E4, E6, K1, K4)
- E6** *beschreiben* Transportvorgänge durch Membranen für verschiedene Stoffe mithilfe geeigneter Modelle und geben die Grenzen dieser Modelle an (E6)
- E7** *stellen* den wissenschaftlichen Erkenntniszuwachs zum Aufbau von Biomembranen durch technischen Fortschritt an Beispielen *dar* und zeigen daran die Veränderlichkeit von Modellen auf (E5, E6, E7, K4)
- E8** *erklären* den Aufbau der DNA mithilfe eines Strukturmodells (E6, UF1)

#### Basiskonzept: KOMMUNIKATION

- K1** *recherchieren* Beispiele für Osmose und Osmoregulation in unterschiedlichen Quellen und *dokumentieren* die Ergebnisse in einer eigenständigen Zusammenfassung (K1, K2)
- K2** *recherchieren* die Bedeutung der Außenseite der Zellmembran und ihrer Oberflächenstruktur für die Zellkommunikation (u.a. Antigen-Antikörper-Reaktion) und *stellen* die Ergebnisse adressatengerecht *dar* (K1, K2, K3)
- K3** *präsentieren* adressatengerecht die Endosymbiontentheorie mithilfe angemessener Medien (K3, K1, UF1)
- K4** *recherchieren* die Bedeutung und die Funktionsweise von Tracern für die Zellforschung und *stellen* ihre Ergebnisse graphisch und mithilfe von Texten *dar* (K2, K3)

#### Basiskonzept: BEWERTUNG

- B1** *zeigen* Möglichkeiten und Grenzen der Zellkulturtechnik in der Biotechnologie und Biomedizin *auf* (B4, K4)

## Konkretisierte Kompetenzen Bio Einführungsphase (11.2)

### IF2 Energiestoffwechsel

#### Basiskonzept: UMGANG MIT FACHWISSEN

- UF1** *erläutern* Struktur und Funktion von Enzymen und ihre Bedeutung als Biokatalysatoren bei Stoffwechselreaktionen (UF1, UF3, UF4)
- UF2** *stellen* Methoden zur Bestimmung des Energieumsatzes bei körperlicher Aktivität vergleichend *dar* (UF4)
- UF3** *erklären* die Grundzüge der Dissimilation unter dem Aspekt der Energieumwandlung mithilfe einfacher Schemata (UF3)
- UF4** *erläutern* die Bedeutung von NAD<sup>+</sup> und ATP für aerobe und anaerobe Dissimilationsvorgänge (UF1, UF4)
- UF5** *beschreiben* und *präsentieren* die ATP-Synthese im Mitochondrium mithilfe vereinfachter Schemata (UF2, K3)
- UF6** *erläutern* den Unterschied zwischen roter und weißer Muskulatur (UF1)

#### Basiskonzept: ERKENNTNISGEWINNUNG

- E1** *stellen Hypothesen* zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von verschiedenen Faktoren *auf, überprüfen* sie experimentell und *stellen* sie graphisch *dar* (E3, E2, E4, E5, K1, K4)
- E2** *beschreiben* und *interpretieren* Diagramme zu enzymatischen Reaktionen (E5)
- E3** *beschreiben* und *erklären* mithilfe geeigneter Modelle Enzymaktivität und Enzymhemmung (E6)
- E4** *überprüfen* Hypothesen zur Abhängigkeit der Gärung von verschiedenen Faktoren (E3, E2, E1, E4, E5, K1, K4)
- E5** *erklären* mithilfe einer graphischen Darstellung die zentrale Bedeutung des Zitronensäurezyklus im Zellstoffwechsel (E6, UF4)

#### Basiskonzept: KOMMUNIKATION

- K1** *präsentieren* eine Tracermethode bei der Dissimilation adressatengerecht (K3)
- K2** *recherchieren* Informationen zu verschiedenen Einsatzgebieten von Enzymen und *präsentieren* und *bewerten* vergleichend die Ergebnisse (K2, K3, K4)
- K3** *präsentieren* unter Einbezug geeigneter Medien und unter Verwendung einer korrekten Fachsprache die aerobe und anaerobe Energieumwandlung in Abhängigkeit von körperlichen Aktivitäten (K3, UF1)
- K4** *erläutern* unterschiedliche Trainingsformen adressatengerecht und *begründen* sie in Bezug auf die Trainingsziele (K4)

#### Basiskonzept: BEWERTUNG

- B1** *geben* Möglichkeiten und Grenzen für den Einsatz von Enzymen in biologisch-technischen Zusammenhängen *an* und *wägen* die Bedeutung für unser heutiges Leben *ab* (B4)
- B2** *nehmen* begründet *Stellung* zur Verwendung leistungssteigernder Substanzen aus gesundheitlicher und ethischer Sicht (B1, B2, B3)

## Konkretisierte Kompetenzerwartungen Bio Qualifikationsphase (12.1)

IF3 Genetik (schwarz: GK+LK, grün: nur GK, rot: nur LK)

### Basiskonzept: UMGANG MIT FACHWISSEN

- UF1a** erläutern die Grundprinzipien der Rekombination (Reduktion und Neukombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung (UF4)
- UF1b** erläutern die Grundprinzipien der inter- und intrachromosomalen Rekombination (Reduktion und Neukombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung (UF4)
- UF2a** erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Genmutationen (UF1, UF2).
- UF2b** erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Mutationstypen (UF1, UF2).
- UF3** vergleichen die molekularen Abläufe in der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten (UF1, UF3).
- UF4** erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp (u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4)
- UF5** beschreiben molekulargenetische Werkzeuge und erläutern deren Bedeutung für gentechnische Grundoperationen (UF1).
- UF6** erläutern die Bedeutung der Transkriptionsfaktoren für die Regulation von Zellstoffwechsel und Entwicklung (UF1, UF4).

### Basiskonzept: ERKENNTNISGEWINNUNG

- E1** erläutern und entwickeln Modellvorstellungen auf der Grundlage von Experimenten zur Aufklärung Genregulation bei Prokaryoten (E2, E5, E6).
- E2** begründen die Verwendung bestimmter Modellorganismen (u.a. E. coli) für besondere Fragestellungen genetischer Forschung (E6, E3).
- E3a** erklären mithilfe eines Modells die Wechselwirkungen von Proto-Onkogenen und Tumor-Suppressorgenen auf die Regulation des Zellzyklus und erklären die Folgen von Mutationen in diesen Genen (E6, UF1, UF3, UF4).
- E3b** erklären mithilfe eines Modells die Wechselwirkungen von Proto-Onkogenen und Tumor-Suppressorgenen auf die Regulation des Zellzyklus und beurteilen die Folgen von Mutationen in diesen Genen (E6, UF1, UF3, UF4).
- E4a** erklären einen epigenetischen Mechanismus als Modell zur Regulation des Zellstoffwechsels (E6).
- E4b** erläutern epigenetische Modelle zur Regelung des Zellstoffwechsels und leiten Konsequenzen für den Organismus ab (E6)
- E5** erläutern molekulargenetische Verfahren (u.a. PCR, Gelelektrophorese) und ihre Einsatzgebiete (E4, E2, UF1).
- E6** formulieren bei der Stammbaumanalyse Hypothesen zu X-chromosomalen und autosomalen Vererbungsmodi genetisch bedingter Merkmale und begründen die Hypothese mit vorhandenen Daten auf der Grundlage der Meiose (E1, E3, E5, UF4, K4).
- E7** reflektieren und erläutern den Wandel des Genbegriffes (E7)
- E8** benennen Fragestellungen und stellen Hypothesen zur Entschlüsselung des genetischen Codes auf und erläutern klassische Experimente zur Entwicklung der Code-Sonne (E1, E3, E4)
- E9** erläutern wissenschaftliche Experimente zur Aufklärung der Proteinbiosynthese, generieren Hypothesen auf der Grundlage der Versuchspläne und interpretieren die Versuchsergebnisse (E3, E4, E5).
- E10** erklären mithilfe von Modellen genregulatorische Vorgänge bei Eukaryoten (E6).

### Basiskonzept: KOMMUNIKATION

- K1** stellen mithilfe geeigneter Medien die Herstellung transgener Lebewesen dar und diskutieren ihre Verwendung (K1, B3).
- K2** recherchieren Unterschiede zwischen embryonalen und adulten Stammzellen und präsentieren diese unter Verwendung geeigneter Darstellungsformen (K2, K3).
- K3** recherchieren Informationen zu humangenetischen Fragestellungen (u.a. genetisch bedingte Krankheiten), schätzen die Relevanz und Zuverlässigkeit der Informationen ein und fassen die Ergebnisse strukturiert zusammen (K2, K1, K3, K4).

### Basiskonzept: BEWERTUNG

- B1** stellen naturwissenschaftlich-gesellschaftliche Positionen zum therapeutischen Einsatz von Stammzellen dar und bewerten Interessen sowie Folgen ethisch (B3, B4).
- B2a** geben die Bedeutung von DNA-Chips an und beurteilen Chancen und Risiken.
- B2b** geben die Bedeutung von DNA-Chips und Hochdurchsatz-Sequenzierung an und bewerten Chancen und Risiken (B3, B4).
- B3** beschreiben aktuelle Entwicklungen in der Biotechnologie bis hin zum Aufbau von synthetischen Organismen in ihren Konsequenzen für unterschiedliche Einsatzziele und bewerten sie (B3, B4).

## Konkretisierte Kompetenzen Bio Qualifikationsphase (12.2)

### IF4 Ökologie (schwarz: GK+LK, grün: nur GK, rot: nur LK)

#### Basiskonzept: UMGANG MIT FACHWISSEN

- UF1** zeigen den Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von Bioindikatoren und der Intensität abiotischer Faktoren in einem beliebigen Ökosystem auf (UF3, UF4, E4).
- UF2** erläutern den Zusammenhang zwischen Fotoreaktion und Synthesereaktion und ordnen die Reaktionen den unterschiedlichen Kompartimenten des Chloroplasten zu (UF1, UF3).
- UF3** beschreiben die Dynamik von Populationen in Abhängigkeit von dichteabhängigen und dichteunabhängigen Faktoren (UF1).

#### Basiskonzept: ERKENNTNISGEWINNUNG

- E1** analysieren Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen abiotischen Faktoren (E5).
- E2** leiten aus Daten zu abiotischen und biotischen Faktoren Zusammenhänge im Hinblick auf zyklische und sukzessive Veränderungen (Abundanz und Dispersion von Arten) sowie K- und r-Lebenszyklusstrategien ab (E5, UF1, UF2, UF3, UF4).
- E3** entwickeln aus zeitlichen-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1, E5).
- E4** untersuchen der Veränderungen von Populationen mit Hilfe von Simulationen auf der Grundlage des LOTKA-VOLTERRA-Modells (E6).
- E5** leiten aus Untersuchungsdaten zu intra- und interspezifischen Beziehungen (u.a. Parasitismus Symbiose, Konkurrenz) mögliche Folgen für die jeweiligen Arten ab und präsentieren diese unter Verwendung angemessener Medien (E5, K3, UF1).
- E6** erklären mithilfe des Modells der ökologischen Nische die Koexistenz von Arten (E6, UF1, UF2).
- E7** erläutern die Aussagekraft von biologischen Regeln (u.a. tiergeographischer Regeln) und grenzen diese von naturwissenschaftlichen Gesetzen ab (E7, K4).
- E8** leiten aus Forschungsexperimenten zur Aufklärung der Fotosynthese zu Grunde liegenden Fragestellungen und Hypothesen ab (E1, E3, UF2, UF4).
- E9** untersuchen das Vorkommen, die Abundanz und die Dispersion von Lebewesen eines Ökosystems im Freiland (E1, E2, E4).
- E10** planen ausgehend von Hypothesen Experimente zu Überprüfung des ökologischen Potenz nach dem Prinzip der Variablenkontrolle, nehmen kriterienorientiert Beobachtungen und Messungen vor und deuten die Ergebnisse (E2, E3, E4, E5, K4).
- E11** vergleichen das LOTKA-VOLTERRA-Modell mit veröffentlichten Daten aus Freilandmessungen und diskutieren die Grenzen des Modells (E6).

#### Basiskonzept: KOMMUNIKATION

- K1** stellen energetische und stoffliche Beziehungen verschiedener Organismen unter den Aspekten von Nahrungskette, Nahrungsnetz und Trophieebene formal, sprachlich und fachlich korrekt dar (K1, K3).
- K2a** präsentieren und erklären auf der Grundlage von Untersuchungsdaten die Wirkung von anthropogenen Faktoren auf einen ausgewählten globalen Stoffkreislauf (K1, K3, UF1).
- K2b** präsentieren und erklären auf der Grundlage von Untersuchungsdaten die Wirkung von anthropogenen Faktoren auf ausgewählte globale Stoffkreisläufe (K1, K3, UF1).
- K3** recherchieren Beispiele für die biologische Invasion von Arten und leiten Folgen für das Ökosystem ab (K2, K4).
- K4** erläutern mithilfe einfacher Schemata das Grundprinzip der Energieumwandlung in den Fotosystemen und den Mechanismus der ATP-Synthese (K3, UF1).

#### Basiskonzept: BEWERTUNG

- B1** diskutieren Konflikte zwischen der Nutzung natürlicher Ressourcen und dem Naturschutz (B2, B3).
- B2** entwickeln Handlungsoptionen für das eigene Konsumverhalten und schätzen diese unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit (B2, B3).

## Konkretisierte Kompetenzen Bio Qualifikationsphase (13.1)

### IF5 Neurobiologie (schwarz: GK+LK, grün: nur GK, rot: nur LK)

#### Basiskonzept: UMGANG MIT FACHWISSEN

- UF1** *beschreiben* Aufbau und Funktion des Neurons (UF1).
- UF2a** *erklären* die Weiterleitung des Aktionspotentials an myelinisierten Axonen (UF1).
- UF2b** *vergleichen* die Weiterleitung des Aktionspotentials an myelinisierten und nicht myelinisierten Axonen miteinander und *stellen* diese unter dem Aspekt der Leitungsgeschwindigkeit *in* einen funktionellen *Zusammenhang* (UF2, UF3, UF4).
- UF3a** *erklären* die Bedeutung der Plastizität des Gehirns für ein lebenslanges Lernen (UF4).
- UF3b** *stellen* Möglichkeiten und Grenzen bildgebender Verfahren zur Anatomie und zur Funktion des Gehirns (PET und fMRT) *gegenüber* und *bringen* diese mit der Erforschung von Gehirnabläufen *in Verbindung* (UF4, UF1, B4).
- UF4** *erläutern* die Verschaltung von Neuronen bei der Erregungsweiterleitung und der Verrechnung von Potentialen mit der Funktion der Synapsen auf molekularer Ebene (UF1, UF3).
- UF5** *erklären* die Rolle von Sympathikus und Parasympathikus bei der neuronalen und hormonellen Regelung von physiologischen Funktionen an einem Beispiel (UF4, E6, UF2, UF1).
- UF6** *erläutern* den Aufbau und die Funktion des Netzhaut unter den Aspekten der Farb- und Kontrastwahrnehmung (UF3, UF4)

#### Basiskonzept: ERKENNTNISGEWINNUNG

- E1** *erklären* Ableitungen von Potentialen mittels Messelektroden an Axon und Synapse und *werten* Messergebnisse unter Zuordnung der molekularen Vorgänge an Biomembranen *aus* (E5, E2, UF1, UF2).
- E2a** *stellen* das Prinzip der Signaltransduktion an einem Rezeptor anhand von Modellen *dar* (E6, UF1, UF2, UF4).
- E2b** *stellen* die Veränderung der Membranspannung an Lichtsinneszellen anhand von Modellen *dar* und *beschreiben* die Bedeutung des secondmessengers und der Reaktionskaskade bei der Fototransduktion (E6, E1).
- E3a** *ermitteln* mithilfe von Aufnahmen eines bildgebenden Verfahrens Aktivitäten verschiedener Gehirnareale (E5, UF4).
- E3b** *erklären* den Begriff der Plastizität anhand geeigneter Modelle und *leiten* die Bedeutung für ein lebenslanges Lernen *ab* (E6, UF4).
- E4** *leiten* aus Messdaten der Patch-Clamp-Technik Veränderungen von Ionenströmen durch Ionenkanäle *ab* und *entwickeln* dazu Modellvorstellungen (E5, E6, K4).

#### Basiskonzept: KOMMUNIKATION

- K1** *dokumentieren* und *präsentieren* die Wirkung von endo- und exogenen Stoffen auf Vorgänge am Axon, der Synapse und auf Gehirnareale an konkreten Beispielen (K1, K3, UF2).
- K2** *stellen* den Vorgang von der durch einen Reiz ausgelösten Erregung von Sinneszellen bis zur Konstruktion des Sinesseindrucks bzw. der Wahrnehmung im Gehirn unter Verwendung fachspezifischer Darstellungsformen in Grundzügen *dar* (K1, K3).
- K3** *stellen* aktuelle Modellvorstellungen zum Gedächtnis auf anatomisch-physiologischer Ebene *dar* (K3, B1).
- K4** *recherchieren* und *präsentieren* aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu einer degenerativen Erkrankung (K2, K3).

#### Basiskonzept: BEWERTUNG

- B1a** *erklären* Wirkungen von exogenen Substanzen auf den Körper und *bewerten* mögliche Folgen für Individuum und Gesellschaft (B3, B4, B2, UF4).
- B1b** *leiten* Wirkungen von endo- und exogenen Substanzen (u.a. von Neuroenhancern) auf die Gesundheit *ab* und *bewerten* mögliche Folgen für Individuum und Gesellschaft (B3, B4, B2, UF2, UF49).

## Konkretisierte Kompetenzen Bio Qualifikationsphase (13.1)

### IF6 Evolution (schwarz: GK+LK, grün: nur GK, rot: nur LK)

#### Basiskonzept: UMGANG MIT FACHWISSEN

- UF1** *beschreiben* die Einordnung von Lebewesen mithilfe der Systematik und der binären Nomenklatur. (UF1, UF4).
- UF2** *stellen* die synthetische Evolutionstheorie zusammenfassend *dar* (UF2, UF4).
- UF3** *erläutern* den Einfluss der Evolutionsfaktoren (Mutation, Rekombination, Selektion, Gendrift) auf den Genpool einer Population (UF4, UF1).
- UF4** *stellen* den Vorgang der adaptiven Radiation unter dem Aspekt der Angepasstheit *dar* (UF2, UF4).
- UF5** *erläutern* das Prinzip der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen (UF1, UF4).
- UF6** *ordnen* den modernen Menschen kriteriengeleitet den Primaten *zu* (UF3).
- UF7** *beschreiben* und *erläutern* molekulare Verfahren zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen (UF1, UF2).
- UF8** *beschreiben* Biodiversität auf verschiedenen Systemebenen (genetische Variabilität, Artenvielfalt, Vielfalt der Ökosysteme (UF4, UF1, UF2, UF3)).

#### Basiskonzept: ERKENNTNISGEWINNUNG

- E1** *analysieren* anhand von Daten die evolutionäre Entwicklung von Sozialstrukturen (Paarungssysteme, Habitatwahl) unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (E5, UF2, UF4, K4).
- E2** *analysieren* molekulargenetische Daten und *deuten* sie im Hinblick auf die Verbreitung von Allelen und Verwandtschaftsbeziehungen von Lebewesen (E5, E6).
- E3** *deuten* Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Merkmalen von Organismen zum Beleg konvergenter und divergenter Entwicklungen (E5, UF3).
- E4a** *erklären* Modellvorstellungen zu allopatrischen und sympatrischen Artbildungsprozessen an Beispielen (E6, UF1).
- E4b** *erklären* Modellvorstellungen zu Artbildungsprozessen (u.a. allopatrische und sympatrische Artbildung) an Beispielen (E6, UF1).
- E5** *entwickeln* und *erläutern* Hypothesen zu phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Homologien (E3, E5, K1, K4).
- E6** *erstellen* und *analysieren* Stammbäume anhand von Daten zur Ermittlung von Verwandtschaftsbeziehungen von Arten (E3, E5).
- E7** *belegen* an Beispielen den aktuellen evolutionären Wandel von Organismen (u.a. mithilfe von Auszügen aus Gendatenbanken) (E2, E5).
- E8** *stellen* Erklärungsmodelle für die Evolution in ihrer historischen Entwicklung und die damit verbundenen Veränderungen des Weltbildes *dar* (E7).
- E9** *bestimmen* und *modellieren* mithilfe des HARDY-WEINBERG-Gesetzes die Allelfrequenzen in Populationen und *geben* Bedingungen für die Gültigkeit des Gesetzes *an* (E6).

#### Basiskonzept: KOMMUNIKATION

- K1** *stellen* Belege für die Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie (u.a. Molekularbiologie) adressatengerecht *dar* (K1, K3).
- K2** *diskutieren* wissenschaftliche Befunde (u.a. Schlüsselmerkmale) und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch-konstruktiv (K4, E7, B4).
- K3** *wählen* angemessene Medien zur Darstellung von Beispielen zu Coevolution aus Zoologie und Botanik *aus* und *präsentieren* die Beispiele (K3, UF2).
- K4** *erklären* mithilfe molekulargenetischer Modellvorstellungen zur Evolution der Genome die genetische Vielfalt der Lebewesen (K4, E6).

#### Basiskonzept: BEWERTUNG

- B1** *bewerten* die Problematik des Rasse-Begriffs beim Menschen aus historischer und gesellschaftlicher Sicht und *nehmen* zum Missbrauch dieses Begriffs aus fachlicher Perspektive *Stellung* (B1, B3, K4).
- B2** *grenzen* die Synthetische Theorie der Evolution gegenüber nicht naturwissenschaftlichen Positionen zur Entstehung von Artenvielfalt *ab* und *nehmen* zu diesen begründet *Stellung* (B2, K4).