



**RICARDA-HUCH-GYMNASIUM**

**Curriculum Fach Biologie Sek. II**



# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Biologieunterricht am RHG – Gymnasiale Oberstufe</b>	<b>3</b>
<b>2. Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben – Sek. II am RHG</b>	<b>5</b>
<b>3. Konkretisierte Unterrichtsvorhaben – Einführungsphase</b>	<b>11</b>
Unterrichtsvorhaben I: Kein Leben ohne Zelle	11
Unterrichtsvorhaben II: Erforschung der Biomembran	14
Unterrichtsvorhaben III: Enzyme im Alltag	18
Unterrichtsvorhaben IV: Der Zellkern – Steuerungszentrale der Zelle	21
Unterrichtsvorhaben V: Zelluläre Grundlagen von Leistungsfähigkeit	24
<b>4. Konkretisierte Unterrichtsvorhaben – Qualifikationsphase I</b>	<b>28</b>
Inhaltsfeld Genetik	28
Unterrichtsvorhaben I: Proteinbiosynthese	28
Unterrichtsvorhaben II: Humangenetische Beratung	34
Inhaltsfeld Ökologie	38
Unterrichtsvorhaben III: Autökologische Untersuchungen	38
Unterrichtsvorhaben IV: Fotosynthese	41
Unterrichtsvorhaben V: Populationsdynamik	44
Unterrichtsvorhaben VI: Veränderungen von Ökosystemen	47
<b>5. Konkretisierte Unterrichtsvorhaben – Qualifikationsphase II</b>	<b>51</b>
Inhaltsfeld Evolution	51
Unterrichtsvorhaben I: Evolution in Aktion	51
Unterrichtsvorhaben II: Verhalten – Von der Gruppen zur Multilevel-Selektion	54
Unterrichtsvorhaben III: Spuren der Evolution	56
Unterrichtsvorhaben IV: Humanevolution	58
Inhaltsfeld Neurobiologie	60
Unterrichtsvorhaben V: Grundlagen der neuronalen Informationsverarbeitung	60
Unterrichtsvorhaben VI: Fototransduktion	64
Unterrichtsvorhaben VII (optional): Aspekte der Hirnforschung	67
<b>5. Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit</b>	<b>71</b>
5.1 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung	72
5.2 Lehr- und Lernmittel	73
<b>6. Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen</b>	<b>75</b>
<b>7. Qualitätssicherung und Evaluation</b>	<b>76</b>

## 1. Biologieunterricht am RHG – Gymnasiale Oberstufe

Aufbauend auf dem Biologieunterricht in der SI, der in den Jahrgangsstufen 5(einstündig), 6,7,9 (zweistündig) und 10(einstündig) erteilt wird, bietet sich den Schülerinnen und Schülern (im Folgenden immer SuS) in der SII die Möglichkeit zwischen einem dreistündigen Grundkurs und einem fünfstündigen Leistungskurs zu wählen.

Die Verteilung der Wochenstundenzahlen in der Sekundarstufe I und II wird in der folgenden Tabelle veranschaulicht:

Jg.	Fachunterricht von 5 bis 6
5	BI (1)
6	BI (2)
	Fachunterricht von 7 bis 9
7	BI (2)
8	---
9	BI (2)
10 (G9)	BI (1)
	Fachunterricht in der EF und in der Q1/Q2
10	BI (3)
11	BI (3/5)
12	BI (3/5)

In der Oberstufe sind durchschnittlich ca. 110 SuS pro Stufe. Das Fach Biologie ist in der Regel in der Einführungsphase mit 4 Grundkursen und in der Qualifikationsphase je nach Jahrgangsstufe mit 3-4 Grundkursen und einem Leistungskurs vertreten.

Die Unterrichtseinheiten sind als Doppelstunden oder als Einzelstunden à 45 Minuten organisiert, in der Oberstufe gibt es im Grundkurs entweder eine Doppel- und eine Einzelstunde pro Woche oder nur Doppelstunden, wobei eine der Doppelstunden dann nur alle 14 Tage stattfindet. Entsprechendes gilt für den Leistungskurs mit dem Unterschied, dass im Durchschnitt fünf Stunden pro Woche erteilt werden.

Dem Fach Biologie stehen vier Fachräume zur Verfügung, in denen experimentell gearbeitet werden kann. Einer dieser Fachräume wird jedoch vorrangig von der Fachschaft Ernährungslehre genutzt. Für die

Fachbereiche Chemie und Physik stehen jeweils zwei weitere Fachräume zur Verfügung, so dass die eine weitere gemeinsame Nutzung der Fachräume entfällt.

Die Biologiefachräume verfügen über eine digital-mediale Ausstattung (Smart Board, fest installierter Beamer etc.)

In nahezu allen Unterrichtsvorhaben wird den SuS die Möglichkeit gegeben, Schülerexperimente durchzuführen oder auf Exkursionen Unterrichtsinhalte durch Praxisphasen zu erweitern. Insgesamt werden überwiegend kooperative, die Selbstständigkeit des Lerner fördernde Unterrichtsformen genutzt, sodass ein individualisiertes Lernen in der Sekundarstufe II kontinuierlich unterstützt wird. Hierzu eignen sich besonders Doppelstunden.

Folgende Kooperationen bezüglich der Praxisphasen/Exkursionen im Fachbereich Biologie bestehen an der Schule:

- Zooschule Krefeld

- Klasse 5: Themenfeld „Kennzeichen von Säugetieren Bewegung aus eigener Kraft“
- Klasse 7: Themenfeld „Tarnung und Warnung im Tierreich“
- LK Q2: Themenfeld „Soziobiologie der Primaten“

- Hochschule Niederrhein

- GK und LK Q1: Genetisches Praktikum

- Umweltzentrum Krefeld

- GK und LK Q1: Praktikum zur Gewässeruntersuchung

- Neanderthal Museum

- Klasse 7: Führung in der Dauerausstellung zum Thema „Neanderthaler und Co“
- GK und LK Q2: Fachführung Humanevolution, Workshop Humanfossilien

Nach Veröffentlichung des neuen Kernlehrplans steht dessen unterrichtliche Umsetzung im Fokus. Hierzu werden sukzessive exemplarisch konkretisierte Unterrichtsvorhaben und darin eingebettet Überprüfungsformen entwickelt und erprobt.

Der Biologieunterricht soll Interesse an naturwissenschaftlichen Fragestellungen wecken und die Grundlage für das Lernen in Studium und Beruf in diesem Bereich vermitteln. Dabei werden fachlich und bioethisch fundierte Kenntnisse die Voraussetzung für einen eigenen Standpunkt und für verantwortliches Handeln gefordert und gefördert. Hervorzuheben sind hierbei die Aspekte Ehrfurcht vor dem Leben in seiner ganzen Vielfalt, Nachhaltigkeit, Umgang mit dem eigenen Körper und ethische Grundsätze.

## 2. Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben – Sek. II am RHG

Die Darstellung der Unterrichtsvorhaben im schulinternen Lehrplan besitzt den Anspruch, sämtliche im Kernlehrplan angeführten Kompetenzen abzudecken. Dies entspricht der Verpflichtung jeder Lehrkraft, alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans auszubilden und zu entwickeln. Die entsprechende Umsetzung erfolgt auf zwei Ebenen: der Übersichts- und der Konkretisierungsebene. Im „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 2) wird gemäß Fachkonferenzbeschluss verbindlichen Kontexte sowie Verteilung und Reihenfolge der Unterrichtsvorhaben dargestellt. Das Übersichtsraster dient dazu, den Kolleginnen und Kollegen einen schnellen Überblick über die Zuordnung der Unterrichtsvorhaben zu den einzelnen Jahrgangsstufen sowie den im Kernlehrplan genannten Kompetenzerwartungen, Inhaltsfeldern und inhaltlichen Schwerpunkten zu verschaffen. Um Klarheit herzustellen und die Übersichtlichkeit zu gewährleisten, werden in der Kategorie „Kompetenzen“ an dieser Stelle nur die übergeordneten Kompetenzerwartungen ausgewiesen, während die konkretisierten Kompetenzerwartungen erst auf der Ebene der möglichen konkretisierten Unterrichtsvorhaben Berücksichtigung finden. Der ausgewiesene Zeitbedarf versteht sich als grobe Orientierungsgröße, die nach Bedarf über- oder unterschritten werden kann. Um Spielraum für Vertiefungen, besondere Schülerinteressen, aktuelle Themen bzw. die Erfordernisse anderer besonderer Ereignisse (z.B. Praktika, Kursfahrten o.ä.) zu erhalten, wurden im Rahmen dieses schulinternen Lehrplans nur ca. 75 Prozent der Bruttounterrichtszeit verplant. (Als 75% wurden in der Einführungsphase 90 Unterrichtsstunden, für den Grundkurs in der Q1 ebenfalls 85 und in der Q2 60 Stunden und für den Leistungskurs in der Q1 145 Stunden und für die Q2 85 Stunden zugrunde gelegt.) Während der Fachkonferenzbeschluss zum „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ zur Gewährleistung vergleichbarer Standards sowie zur Absicherung von Lerngruppen- und Lehrkraftwechselln für alle Mitglieder der Fachkonferenz Bindekraft entfalten soll, besitzt die exemplarische Ausgestaltung „möglicher konkretisierter Unterrichtsvorhaben“ empfehlenden Charakter. Referendarinnen und Referendaren sowie neuen Kolleginnen und Kollegen dienen diese vor allem zur standardbezogenen Orientierung in der neuen Schule, aber auch zur Verdeutlichung von unterrichtsbezogenen fachgruppeninternen Absprachen zu didaktischen Zugängen, fächerübergreifenden Kooperationen, Lernmitteln und -orten sowie vorgesehenen Leistungsüberprüfungen, die im Einzelnen den betreffenden Kapiteln zu entnehmen sind. Abweichungen von den vorgeschlagenen Vorgehensweisen bezüglich der konkretisierten Unterrichtsvorhaben sind im Rahmen der pädagogischen Freiheit und eigenen Verantwortung der Lehrkräfte jederzeit möglich. Sicherzustellen bleibt allerdings auch hier, dass im Rahmen der Umsetzung der Unterrichtsvorhaben insgesamt alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Berücksichtigung finden.

## Einführungsphase

### Unterrichtsvorhaben I:

**Thema/Kontext:** Kein Leben ohne Zelle I – *Wie sind Zellen aufgebaut und organisiert?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:**

- UF1 Wiedergabe
- UF2 Auswahl
- K1 Dokumentation

**Inhaltsfeld:** IF 1 (Biologie der Zelle)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

w Zellaufbau w Stofftransport zwischen Kompartimenten (Teil 1)

**Zeitbedarf:** ca. 11 Std. à 45 Minuten

### Unterrichtsvorhaben II:

**Thema/Kontext:** Erforschung der Biomembran – *Welche Bedeutung haben technischer Fortschritt und Modelle für die Forschung?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:**

- K1 Dokumentation
- K2 Recherche
- K3 Präsentation
- E3 Hypothesen
- E6 Modelle
- E7 Arbeits- und Denkweisen

**Inhaltsfeld:** IF 1 (Biologie der Zelle)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

w Biomembranen w Stofftransport zwischen Kompartimenten (Teil 2)

**Zeitbedarf:** ca. 22 Std. à 45 Minuten

### Unterrichtsvorhaben III:

**Thema/Kontext:** Enzyme im Alltag – *Welche Rolle spielen Enzyme in unserem Leben?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:**

- E2 Wahrnehmung und Messung
- E4 Untersuchungen und Experimente
- E5 Auswertung

**Inhaltsfeld:** IF 2 (Energiestoffwechsel)

**Inhaltlicher Schwerpunkt:**

w Enzyme

**Zeitbedarf:** ca. 19 Std. à 45 Minuten

### Unterrichtsvorhaben IV:

**Thema/Kontext:** Der Zellkern- Steuerungszentrale in der Zelle

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:**

- UF4 Vernetzung
- E1 Probleme und Fragestellungen
- K4 Argumentation
- B4 Möglichkeiten und Grenzen

**Inhaltsfeld:** IF 1 (Biologie der Zelle)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

w Funktion des Zellkerns w Zellverdopplung und DNA

**Zeitbedarf:** ca. 12 Std. à 45 Minuten

### Unterrichtsvorhaben V:

**Thema/Kontext:** Zelluläre Grundlagen der Leistungsfähigkeit

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:**

- UF3 Systematisierung
- B1 Kriterien
- B2 Entscheidungen
- B3 Werte und Normen

**Inhaltsfeld:** IF 2 (Energiestoffwechsel)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

w Dissimilation w Körperliche Aktivität und Stoffwechsel

**Zeitbedarf:** ca. 26 Std. à 45 Minuten

**Summe Einführungsphase: ca. 90 Ustd.**

## Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS und LEISTUNGSKURS

### Unterrichtsvorhaben I:

**Thema/Kontext:** Proteinbiosynthese – *Wie steuern Gene die Ausprägung von Merkmalen, welche Konsequenzen haben Veränderungen der genetischen Strukturen für einen Organismus und welche regulatorischen Proteine und Prozesse kontrollieren die Genexpression?*

#### **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:**

- E3 Hypothesen
- E6 Modelle
- UF1 Wiedergabe
- UF4 Vernetzung

**Inhaltsfeld:** IF 3 (Genetik)

#### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

w Proteinbiosynthese w Genregulation

**Zeitbedarf:** ca. 25 Ustd. / 50 Ustd. à 45 Minuten

### Unterrichtsvorhaben II:

**Thema/Kontext:** Humangenetische Beratung – *Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf?*

#### **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:**

- UF4 Vernetzung
- E1 Probleme und Fragestellungen
- E3 Hypothesen
- E5 Auswertung
- B3 Werte und Normen

**Inhaltsfeld:** IF 3 (Genetik)

#### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

w Meiose und Rekombination w Analyse von Familienstammbäumen

w Gentechnik / **Gentechnologie** w **Bioethik**

**Zeitbedarf:** ca. 15 Ustd./ 25 Ustd. à 45 Minuten

### Unterrichtsvorhaben III:

**Thema/Kontext:** Autökologische Untersuchungen - *Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf die Standortwahl und Angepasstheiten von Organismen?*

#### **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:**

- UF3 Systematisierung
- E1 Probleme und Fragestellungen
- E2 Wahrnehmung und Messung
- E4 Untersuchungen und Experimente
- E5 Auswertung
- K4 Argumentation

**Inhaltsfeld:** IF 5 (Ökologie)

#### **Inhaltlicher Schwerpunkt:**

w Umweltfaktoren und ökologische Potenz

**Zeitbedarf:** ca. 12 Ustd. / 20 Ustd. à 45 Minuten

### Unterrichtsvorhaben IV:

**Thema/Kontext:** **Fotosynthese** – *Wie wird Lichtenergie in eine für alle Lebewesen nutzbare Energie umgewandelt?*

#### **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:**

- UF1 Wiedergabe
- E1 Probleme und Fragestellungen
- E3 Hypothesen
- K3 Präsentation

**Inhaltsfeld:** IF 5 (Ökologie)

#### **Inhaltlicher Schwerpunkt:**

w **Fotosynthese**

**Zeitbedarf:** ca. 14 Ustd. à 45 Minuten

### Unterrichtsvorhaben V:

### Unterrichtsvorhaben VI:

**Thema/Kontext:** Trophieebenen –  
*Was passiert mit der von den Pflanzen umgewandelten Energie?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:**

- K1 Dokumentation
- K3 Präsentation

**Inhaltsfeld:** IF 5 (Ökologie)

**Inhaltlicher Schwerpunkt:**

w Stoffkreislauf und Energiefluss

**Zeitbedarf:** ca. 4 Ustd. / 6 Ustd. à 45 Minuten

**Thema/Kontext:** Populationsdynamik –  
*Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:**

- UF2 Auswahl
- UF3 Systematisierung
- E5 Auswertung
- E6 Modelle
- E7 Arbeits- und Denkweisen
- K3 Präsentation

**Inhaltsfeld:** IF 5 (Ökologie)

**Inhaltlicher Schwerpunkt:**

w Dynamik von Populationen

**Zeitbedarf:** ca. 10 Ustd. / 12 Ustd. à 45 Minuten

Unterrichtsvorhaben VII:

**Thema/Kontext:** Veränderungen von Ökosystemen –  
*Welchen Einfluss haben anthropogene Faktoren auf ausgewählte Ökosysteme?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:**

- UF4 Vernetzung
- K2 Recherche
- B1 Kriterien
- B2 Entscheidungen
- B4 Möglichkeiten und Grenzen
- E4 Untersuchungen und Experimente

**Inhaltsfeld:** IF 5 (Ökologie)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

w Mensch und Ökosysteme w Stoffkreislauf und Energiefluss

**Zeitbedarf:** ca. 7 Std. / 14 Ustd. à 45 Minuten

**Summe Qualifikationsphase (Q1) –**  
**GRUNDKURS: ca. 85 Ustd / LEISTUNGSKURS: ca. 145 Ustd.**

## Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS/LEISTUNGSKURS

### Unterrichtsvorhaben I:

**Thema/Kontext:** Evolution in Aktion – Welche Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel?

#### Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:

- UF1 Wiedergabe
- UF3 Systematisierung
- K4 Argumentation
- E7 Arbeits- und Denkweisen

**Inhaltsfeld:** IF 6 (Evolution)

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

w Grundlagen evolutiver Veränderung w Art und Artbildung w **Entwicklung der Evolutionstheorie** w Stammbäume (Teil 1)

**Zeitbedarf:** ca. 12 Std. à 45 Minuten GK / **ca. 16 Std. LK**

### Unterrichtsvorhaben II:

**Thema/Kontext:** Evolution von Sozialstrukturen – Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?

#### Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:

- UF2 Auswahl
- UF4 Vernetzung
- K4 Argumentation
- E7 Arbeits- und Denkweisen

**Inhaltsfeld:** IF 6 (Evolution)

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

w Evolution und Verhalten

**Zeitbedarf:** ca. 8 Std. à 45 Minuten Gk / **LK 14Std. LK**

### Unterrichtsvorhaben III:

**Thema/Kontext:** Spuren der Evolution – Wie kann man Evolution sichtbar machen?

#### Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:

- E2 Wahrnehmung und Messung
- E3 Hypothesen

**Inhaltsfelder:** IF 6 (Evolution), IF 3 (Genetik)

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

w Art und Artbildung w Stammbäume

**Zeitbedarf:** ca. 8 Std. à 45 Minuten GK/ **14 Std. LK**

### Unterrichtsvorhaben IV:

**Thema/Kontext:** Humanevolution – Wie entstand der heutige Mensch?

#### Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:

- UF3 Systematisierung
- K4 Argumentation
- E5 Auswertung

**Inhaltsfelder:** IF 6 (Evolution), IF 3 (Genetik)

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

w Evolution des Menschen w Stammbäume (Teil 2)

**Zeitbedarf:** ca. 8 Std. à 45 Minuten Gk und **ca. 10 Std LK**

### Unterrichtsvorhaben V:

**Thema/Kontext:** Molekulare und zellbiologische Grundlagen der Informationsverarbeitung und Wahrnehmung – Wie wird aus einer durch einen Reiz ausgelösten Erregung eine Wahrnehmung?

#### Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:

- UF1 Wiedergabe
- **UF2 Auswahl**
- **UF3 Systematisierung**
- **E2 Wahrnehmung und Messung**
- E5 Auswertung
- E6 Modelle

**Inhaltsfeld:** IF 4 (Neurobiologie)

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

w Aufbau und Funktion von Neuronen w Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung w **Methoden der Neurobiologie (Teil 1)**

**Zeitbedarf:** ca. 16 Ustd. à 45 Minuten GK/ **ca. 20 Std. LK**

### Unterrichtsvorhaben VI:

**Thema/Kontext:** Fototransduktion – Wie entsteht aus der Erregung durch einfallende Lichtreize ein Sinneseindruck im Gehirn?

#### Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:

- E1 Probleme und Fragestellungen
- E6 Modelle
- K3 Präsentation

**Inhaltsfelder:** IF 4 (Neurobiologie)

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

w Leistungen der Netzhaut w Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung (Teil 2)

**Zeitbedarf:** ca. 8 Ustd. à 45 Minuten GK / **10 Std. LK**

Unterrichtsvorhaben VII:

**Thema/Kontext:** Das formbare Gehirn - Welche Rolle spielen funktionelle und strukturelle Plastizität für Lernen und Gedächtnis?

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:**

- UF4 Vernetzung
- **K2 Recherche**
- K1 Dokumentation
- B1 Kriterien
- B2 Entscheidungen
- B3 Werte und Normen
- B4 Möglichkeiten und Grenzen

**Inhaltsfeld:** IF 4 (Neurobiologie)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

w Plastizität und Lernen w **Methoden der Neurobiologie (Teil 2)**

**Zeitbedarf:** ca. 12 Ustd. à 45 Minuten GK und LK

**Summe Qualifikationsphase (Q1) –  
GRUNDKURS: ca. 60 Ustd / LEISTUNGSKURS: ca. 85 Ustd.**

### 3. Konkretisierte Unterrichtsvorhaben – Einführungsphase

<b>Unterrichtsvorhaben I: Kein Leben ohne Zelle</b> <b>Wie sind Zellen aufgebaut und organisiert?</b>			
<b>Inhaltsfeld: IF 1 Biologie der Zelle</b>			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zellaufbau</li> <li>• Stofftransport zwischen Kompartimenten (Teil 1)</li> </ul> <b>Zeitbedarf:</b> ca. 11 Std. à 45 Minuten		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> Die Schülerinnen und Schüler können ... <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>UF1</b> ausgewählte biologische Phänomene und Konzepte beschreiben.</li> <li>• <b>UF2</b> biologische Konzepte zur Lösung von Problemen in eingegrenzten Bereichen auswählen und dabei Wesentliches von Unwesentlichem unterscheiden.</li> <li>• <b>K1</b> Fragestellungen, Untersuchungen, Experimente und Daten strukturiert dokumentieren, auch mit Unterstützung digitaler Werkzeuge.</li> </ul>	
<b>Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ...	<b>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz (auch <b>Methodencurriculum</b>, <b>Medienpass</b>, <b>Verbraucherbildung</b> und <b>Berufsorientierung</b>)</b>
SI-Vorwissen		<b>multiple-choice-Test</b> zu Zelle, Gewebe, Organ und Organismus  <b>Informationstexte</b> einfache, kurze Texte zum notwendigen Basiswissen	<b>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:</b> <b>SI-Vorwissen wird ohne Benotung ermittelt (z.B. <b>Selbstevaluationsbogen</b>)</b>  Möglichst selbstständiges Aufarbeiten des Basiswissens zu den eigenen Test-Problemstellen.

<p>Zelltheorie – <i>Wie entsteht aus einer zufälligen Beobachtung eine wissenschaftliche Theorie?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelltheorie</li> <li>• Organismus, Organ, Gewebe, Zelle</li> </ul>	<p>stellen den wissenschaftlichen Erkenntniszuwachs zum Zellaufbau durch technischen Fortschritt an Beispielen (durch Licht-, Elektronen- und Fluoreszenzmikroskopie) dar (E7).</p>		<p>BA: Selbstständiges Mikroskopierpraktikum mit eigener Präparation, was durch Zeichnungen dokumentiert wird. Es sind auch Fertigpräparate von Elodea und Mundschleimhaut vorhanden.</p> <p>BA: Vergleich von Zwiebelzelle, Elodea und Mundschleimhaut.</p>
<p><i>Was sind pro- und eukaryotische Zellen und worin unterscheiden sie sich grundlegend?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau pro- und eukaryotischer Zellen</li> </ul>	<p>beschreiben den Aufbau pro- und eukaryotischer Zellen und stellen die Unterschiede heraus (UF3).</p>	<p><b>elektronenmikroskopische Bilder</b> sowie <b>2D-Modelle</b> zu tierischen, pflanzlichen und bakteriellen Zellen</p>	<p>Gemeinsamkeiten und Unterschiede der verschiedenen Zellen werden erarbeitet. EM-Bild wird mit Modell verglichen.</p>
<p><i>Wie ist eine Zelle organisiert und wie gelingt es der Zelle so viele verschiedene Leistungen zu erbringen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktion von Zellorganellen</li> <li>• Zellkompartimentierung</li> <li>• Endo – und Exocytose</li> <li>• Endosymbiontentheorie</li> </ul>	<p>beschreiben Aufbau und Funktion der Zellorganellen und erläutern die Bedeutung der Zellkompartimentierung für die Bildung unterschiedlicher Reaktionsräume innerhalb einer Zelle (UF3, UF1).</p> <p>erläutern die membranvermittelten Vorgänge der Endo- und Exocytose (u. a. am Golgi-Apparat) (UF1, UF2).</p> <p>erläutern die Bedeutung des Cytoskeletts für den intrazellulären Transport [und die Mitose] (UF3, UF1)</p>	<p><b>Stationenlernen</b> zu Zellorganellen und zur Dichtegradientenzentrifugation</p> <p>Darin enthalten u.a.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Station: Arbeitsblatt Golgi-Apparat („Postverteiler“ der Zelle)</li> <li>• Station: Arbeitsblatt Cytoskelett</li> <li>• Station: Modell-Experiment zur Dichtegradientenzentrifugation (Tischtennisbälle gefüllt mit unterschiedlich konzentrierten Kochsalzlösungen in einem Gefäß mit Wasser)</li> <li>• Station: Erstellen eines selbsterklärenden Mediums zur Erklärung der Endosymbiontentheorie für zufällig gewählte Adressaten.</li> </ul>	<p>BA: Erkenntnisse werden in einem Protokoll dokumentiert.</p> <p>Analogien zur Dichtegradientenzentrifugation werden erläutert.</p>

	<p>präsentieren adressatengerecht die Endosymbiontentheorie mithilfe angemessener Medien (K3, K1, UF1).</p>		
<p>Zelle, Gewebe, Organe, Organismen – <i>Welche Unterschiede bestehen zwischen Zellen, die verschiedene Funktionen übernehmen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelldifferenzierung</li> </ul>	<p>ordnen differenzierte Zellen auf Grund ihrer Strukturen spezifischen Geweben und Organen zu und erläutern den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (UF3, UF4, UF1).</p>	<p><b>Mikroskopieren</b> von verschiedenen Zelltypen</p>	<p><b>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:</b></p> <p>BA: Mikroskopieren von Fertigpräparaten verschiedener Zelltypen an ausgewählten Zelltypen - Zeichnungen werden erstellt</p>
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>SI-Vorwissen wird ohne Benotung ermittelt (z.B. Selbstevaluationsbogen);</b> Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen</li> <li>• Überprüfung der erlangten Kompetenzen mit Hilfe von Diagnosbögen</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dokumentation der Mikroskopierarbeit (Zeichnungen)</li> <li>• ggf. Teil einer Klausur</li> </ul>			

## Unterrichtsvorhaben II: Erforschung der Biomembran

### Welche Bedeutung haben technischer Fortschritt und Modelle für die Forschung?

**Inhaltsfeld:** IF 1 (Biologie der Zelle)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Biomembranen
- Stofftransport zwischen Kompartimenten (Teil 2)

**Zeitbedarf:** ca. 22 Std. à 45 Minuten

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- **K1** Fragestellungen, Untersuchungen, Experimente und Daten strukturiert dokumentieren, auch mit Unterstützung digitaler Werkzeuge.
- **K2** in vorgegebenen Zusammenhängen kriteriengeleitet biologisch-technische Fragestellungen mithilfe von Fachbüchern und anderen Quellen bearbeiten.
- **K3** biologische Sachverhalte, Arbeitsergebnisse und Erkenntnisse adressatengerecht sowie formal, sprachlich und fachlich korrekt in Kurzvorträgen oder kurzen Fachtexten darstellen.
- **E3** zur Klärung biologischer Fragestellungen Hypothesen formulieren und Möglichkeiten zu ihrer Überprüfung angeben.
- **E6** Modelle zur Beschreibung, Erklärung und Vorhersage biologischer Vorgänge begründet auswählen und deren Grenzen und Gültigkeitsbereiche angeben.
- **E7** an ausgewählten Beispielen die Bedeutung, aber auch die Vorläufigkeit biologischer Modelle und Theorien beschreiben.

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz  (auch <b>Methodencurriculum</b> , <b>Medienpass</b> , <b>Verbraucherbildung</b> und <b>Berufsorientierung</b> )
<p><i>Weshalb und wie beeinflusst die Salzkonzentration den Zustand von Zellen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brownsche-Molekularbewegung</li> </ul>	<p>führen Experimente zur Diffusion und Osmose durch und</p>		<p>Die Experimente werden demonstriert und digital veranschaulicht!- Arbeiten mit Animationen</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diffusion</li> <li>• Osmose</li>   <li>• Plasmolyse</li> </ul>	<p>erklären diese mit Modellvorstellungen auf Teilchenebene (E4, E6, K1, K4).</p> <p>führen mikroskopische Untersuchungen zur Plasmolyse hypothesengeleitet durch und interpretieren die beobachteten Vorgänge (E2, E3, E5, K1, K4).</p> <p>recherchieren Beispiele der Osmose und Osmoregulation in unterschiedlichen Quellen und dokumentieren die Ergebnisse in einer eigenständigen Zusammenfassung (K1, K2).</p>	<p><b>Demonstrationsexperimente</b> mit Tinte, Tee oder Deo zur Diffusion</p> <p><b>Informationstexte, Animationen und Lehrfilme</b> zur Brownschen Molekularbewegung (physics-animations.com)</p> <p>Anwendung Medizin und Kochsalzlösung</p> <p>Dialyse Niere etc.</p>	<p>SuS formulieren erste Hypothesen, planen und führen geeignete Experimente zur Überprüfung ihrer Vermutungen durch am Beispiel roter Küchenzwiebeln – Dokumentation über Zeichnung!</p> <p>Versuche zur Generalisierbarkeit der Ergebnisse werden geplant und durchgeführt. Phänomen wird auf Modellebene erklärt (direkte Instruktion).</p> <p><b>Weitere Anwendungsbeispiele:</b></p> <p><b>Kartoffel-Experimente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) ausgehöhlte Kartoffelhälfte mit Zucker, Salz und Stärke</li> <li>b) Kartoffelstäbchen (gekocht und ungekocht)</li> </ul>
<p><i>Warum löst sich Öl nicht in Wasser?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Eigenschaften von Lipiden und Phospholipiden</li> </ul>	<p>ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle ([Kohlenhydrate], Lipide, Proteine, [Nucleinsäuren]) den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften (UF1, UF3).</p>	<p><b>Demonstrationsexperiment</b> zum Verhalten von Öl in Wasser</p> <p><b>Informationsblätter</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zu funktionellen Gruppen</li> <li>• Strukturformeln von Lipiden und Phospholipiden</li> </ul>	<p>Phänomen wird beschrieben.</p> <p>Das Verhalten von Lipiden und Phospholipiden in Wasser wird mithilfe ihrer Strukturformeln und den Eigenschaften der funktionellen Gruppen erklärt.</p> <p>Einfache Modelle (2-D) zum Verhalten von Phospholipiden in Wasser werden erarbeitet und diskutiert.</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Modelle zu Phospholipiden in Wasser</li> </ul>	
<p><i>Welche Bedeutung haben technischer Fortschritt und Modelle für die Erforschung von Biomembranen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erforschung der Biomembran (historisch-genetischer Ansatz) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bilayer-Modell</li> <li>- Sandwich-Modell</li> <li>- Fluid-Mosaik Modell</li> </ul> </li> </ul>	<p>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).</p>	<p><b>Materialpaket zur Entwicklung eines Modells</b></p>	<p><b>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:</b></p> <p>Durchführung eines wissenschaftspropädeutischen Schwerpunktes zur Erforschung der Biomembranen.</p> <p>Folgende Vorgehensweise wird empfohlen: Der wissenschaftliche Erkenntniszuwachs wird in den Folgestunden fortlaufend dokumentiert Als Vorbereitung auf das Gruppenprojekt - Plakatdesign</p>
<p><i>Wie sind Zucker aufgebaut und wo spielen sie eine Rolle?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Monosaccharid,</li> <li>Disaccharid</li> <li>Polysaccharid</li> </ul>	<p>ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle (Kohlenhydrate, [Lipide, Proteine, Nucleinsäuren]) den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften (UF1, UF3</p>	<p><b>Informationstexte</b> zu funktionellen Gruppen und ihren Eigenschaften sowie Kohlenhydratklassen und Vorkommen und Funktion in der Natur</p> <p>„Spickzettel“ als legale Methode des Memorierens</p>	
<p>Erweitertes Fluid-Mosaik-Modell (Kohlenhydrate in der Biomembran)</p> <p>dynamisch strukturiertes Mosaikmodell (Rezeptor-Inseln, Lipid-Rafts)</p>	<p>ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle (Kohlenhydrate, Lipide, Proteine, [Nucleinsäuren]) den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer</p>	<p><b>Gruppenprojekt (4K Modell):</b> Erstellung eines Lernplakats über die Entwicklung der Modellvorstellung einer Biomembran</p>	<p>Historisches Modell wird durch aktuellere Befunde zu den Rezeptor-Inseln erweitert.</p> <p><b>Plakat(e) zu Biomembranen werden als Unterrichtsprodukt angefertigt (auch digital)</b></p> <p><b>Ziel:</b> Der Modellbegriff und die Vorläufigkeit von Modellen im Forschungsprozess werden verdeutlicht. Auf diese Weise kann die Arbeit in einer <i>scientific community</i> nachempfunden werden. Ein</p>

	wesentlichen chemischen Eigenschaften (UF1, UF3).		Reflexionsgespräch auf der Grundlage des entwickelten Plakats zu Biomembranen wird durchgeführt.
<p><i>Nature of Science</i> – naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen</p> <p>Markierungsmethoden zur Ermittlung von Membranmolekülen (Proteinsonden)</p>	recherchieren die Bedeutung und die Funktionsweise von Tracern für die Zellforschung und stellen ihre Ergebnisse graphisch und mithilfe von Texten dar (K2, K3).	<p><b>Internetrecherche</b> zur Funktionsweise von Tracern</p> <p><b>Checkliste</b> mit Kriterien für seriöse Quellen</p> <p><b>Checkliste</b> zur korrekten Angabe von Internetquellen</p>	<p>MKR: Erarbeitung von Kriterien zur Nutzung von seriösen und wissenschaftlichen Internetquellen</p> <p>Quellen werden ordnungsgemäß notiert (Verfasser, Zugriff etc.).</p> <p><b>BO: Grundlagenforschung</b></p>
<p><i>Wie macht sich die Wissenschaft die Antigen-Antikörper-Reaktion zunutze?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Testverfahren</li> </ul>	recherchieren die Bedeutung der Außenseite der Zellmembran und ihrer Oberflächenstrukturen für die Zellkommunikation (u. a. Antigen-Antikörper-Reaktion) und stellen die Ergebnisse adressatengerecht dar (K1, K2, K3).	<b>Elisa-Test</b>	<p><b>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:</b></p> <p>Durchführung eines ELISA-Tests zur Veranschaulichung der Antigen-Antikörper-Reaktion.</p> <p>Aktueller Bezug zur Corona-Sars 2</p>
<p><i>Wie werden gelöste Stoffe durch Biomembranen hindurch in die Zelle bzw. aus der Zelle heraus transportiert?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Passiver Transport</li> <li>• Aktiver Transport</li> </ul>	beschreiben Transportvorgänge durch Membranen für verschiedene Stoffe mithilfe geeigneter Modelle und geben die Grenzen dieser Modelle an (E6).	<p><b>Gruppenarbeit:</b></p> <p><b>Informationstext</b> zu verschiedenen Transportvorgängen an realen Beispielen</p>	MKR: Erstellung von Stop-Motion Lernvideos zu den Transportprozessen in der Biomembran
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe</li> <li>• Überprüfung der erlangten Kompetenzen mit Hilfe von Diagnosbögen</li> <li>• KLP-Überprüfungsform: „Dokumentationsaufgabe“ und „Reflexionsaufgabe“ (Portfolio zum Thema: „Erforschung der Biomembranen“) zur Ermittlung der Dokumentationskompetenz (K1) und der Reflexionskompetenz (E7)</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plakat zu der Entwicklung einer Modellvorstellung</li> <li>• Stop-Motion Video zu Membrantransportprozessen</li> <li>• ggf. Klausur</li> </ul>			

## Unterrichtsvorhaben III: Enzyme im Alltag

### Welche Rolle spielen Enzyme in unserem Leben?

**Inhaltsfelder:** IF 1 (Biologie der Zelle), IF 2 (Energiestoffwechsel)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Enzyme

**Zeitbedarf:** ca. 19 Std. à 45 Minuten

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- **E2** kriteriengeleitet beobachten und messen sowie gewonnene Ergebnisse objektiv und frei von eigenen Deutungen beschreiben.
- **E4** Experimente und Untersuchungen zielgerichtet nach dem Prinzip der Variablenkontrolle unter Beachtung der Sicherheitsvorschriften planen und durchführen und dabei mögliche Fehlerquellen reflektieren.
- **E5** Daten bezüglich einer Fragestellung interpretieren, daraus qualitative und einfache quantitative Zusammenhänge ableiten und diese fachlich angemessen beschreiben.

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz (auch <b>Methodencurriculum</b> , <b>Medienpass</b> , <b>Verbraucherbildung</b> und <b>Berufsorientierung</b> )
<p><i>Wie sind Proteine aufgebaut und wo spielen sie eine Rolle?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aminosäuren</li> <li>• Peptide, Proteine</li> <li>• Primär-, Sekundär-, Tertiär-, Quartärstruktur</li> </ul>	<p>ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle ([Kohlenhydrate, Lipide], Proteine, [Nucleinsäuren]) den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften (UF1, UF3).</p>	<p><b>Haptische Modelle</b> (z.B. Legomodelle) zum Proteinaufbau</p> <p><b>Informationstexte</b> zum Aufbau und der Struktur von Proteinen</p>	<p>Der Aufbau von Proteinen wird erarbeitet.</p> <p>Die Quartärstruktur wird am Beispiel von Hämoglobin veranschaulicht.</p>
<p><i>Welche Wirkung / Funktion haben Enzyme?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Katalysator</li> <li>• Biokatalysator</li> <li>• Endergonische und exergonische Reaktion</li> </ul>	<p>erläutern Struktur und Funktion von Enzymen und ihre Bedeutung als Biokatalysatoren bei Stoffwechselreaktionen (UF1, UF3, UF4).</p>	<p><b>Schematische Darstellungen</b> von Reaktionen unter besonderer Berücksichtigung der Energieniveaus</p>	<p>Die zentralen Aspekte der Biokatalyse werden erarbeitet:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Senkung der Aktivierungsenergie</li> <li>2. Erhöhung des Stoffumsatzes pro Zeit</li> </ol>

Aktivierungsenergie, Aktivierungsbarriere / Reaktionsschwelle			
<p><i>Welche Bedeutung haben Enzyme im menschlichen Stoffwechsel?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktives Zentrum</li> <li>• Allgemeine Enzymgleichung</li> <li>• Substrat- und Wirkungsspezifität</li> </ul>	beschreiben und erklären mithilfe geeigneter Modelle Enzymaktivität und Enzymhemmung (E6).	Arbeiten mit Modellen 2D (auch digital)	
<p><i>Was beeinflusst die Wirkung / Funktion von Enzymen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• pH-Abhängigkeit</li> <li>• Temperaturabhängigkeit</li> <li>• Schwermetalle</li> <li>• Substratkonzentration / Wechselzahl</li> </ul>	<p>beschreiben und interpretieren Diagramme zu enzymatischen Reaktionen (E5).</p> <p>stellen Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von verschiedenen Faktoren auf und überprüfen sie experimentell und stellen sie graphisch dar (E3, E2, E4, E5, K1, K4).</p>	<p><b>Experimente</b> mithilfe von Interaktionsboxen zum Nachweis der Konzentrations-, Temperatur- und pH-Abhängigkeit (Katalase und Wasserstoffperoxid)</p> <p><b>Checkliste</b> mit Kriterien zur Beschreibung und Interpretation von Diagrammen</p>	<p><b>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:</b>  <b>Experimente zur Ermittlung der Abhängigkeiten der Enzymaktivität werden geplant und durchgeführt. Das Beschreiben und Interpretieren von Diagrammen wird geübt.</b></p> <p>Wichtig: Denaturierung im Sinne einer irreversiblen Hemmung durch Temperatur, pH-Wert und Schwermetalle muss herausgestellt werden. Die Wechselzahl wird problematisiert.</p>
<p><i>Wie wird die Aktivität der Enzyme in den Zellen reguliert?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kompetitive Hemmung,</li> <li>• allosterische (nicht kompetitive) Hemmung</li> <li>• Substrat und Endprodukthemmung</li> </ul>	beschreiben und erklären mithilfe geeigneter Modelle Enzymaktivität und Enzymhemmung (E6).	Produktion von Lernvideos mit der Stop-Motion-App	<p>MKR: Produktion von Lernvideos Modelle zur Erklärung von Hemmvorgängen werden entwickelt.</p> <p>Reflexion und Modellkritik</p>
<p><i>Wie macht man sich die Wirkweise von Enzymen zu Nutze?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enzyme im Alltag <ul style="list-style-type: none"> <li>- Technik</li> <li>- Medizin</li> </ul> </li> </ul>	recherchieren Informationen zu verschiedenen Einsatzgebieten von Enzymen und präsentieren und bewerten vergleichend die Ergebnisse (K2, K3, K4).	(Internet)Recherche und Modellierung von Mindmaps als Beispiel für sinnvolle Lernstrategien	MKR: Kollaboratives Arbeiten mit Flinga-Erstellung einer Mindmap zur Nutzung von Enzymen im Alltag

<p>- u. a.</p>	<p>geben Möglichkeiten und Grenzen für den Einsatz von Enzymen in biologisch-technischen Zusammenhängen an und wägen die Bedeutung für unser heutiges Leben ab (B4).</p>		<p>Die Bedeutung enzymatischer Reaktionen für z.B. Veredlungsprozesse und medizinische Zwecke wird herausgestellt.</p> <p>Als Beispiel können Enzyme im Waschmittel und ihre Auswirkung auf die menschliche Haut besprochen und diskutiert werden.</p>
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe</li> <li>• Überprüfung der erlangten Kompetenzen mit Hilfe von Diagnosbögen</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Versuchsprotokoll</li> <li>• Lernvideos</li> <li>• ggf. Klausur</li> </ul>			

## Unterrichtsvorhaben IV: Der Zellkern – Steuerungszentrale der Zelle

Welche Bedeutung haben Zellkern und Nukleinsäuren für das Leben?

**Inhaltsfeld:** IF 1 (Biologie der Zelle)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- • Funktion des Zellkerns
- • Zellverdopplung und DNA

**Zeitbedarf:** ca. 12 Std. à 45 Minuten

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- **UF4** bestehendes Wissen aufgrund neuer biologischer Erfahrungen und Erkenntnisse modifizieren und reorganisieren.
- **E1** in vorgegebenen Situationen biologische Probleme beschreiben, in Teilprobleme zerlegen und dazu biologische Fragestellungen formulieren.
- **K4** biologische Aussagen und Behauptungen mit sachlich fundierten und überzeugenden Argumenten begründen bzw. kritisieren.
- **B4** Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen mit Bezug auf die Zielsetzungen der Naturwissenschaften darstellen.

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz (auch <b>Methodencurriculum</b> , <b>Medienpass</b> , <b>Verbraucherbildung</b> und <b>Berufsorientierung</b> )
Erhebung und Reaktivierung von SI-Vorwissen		Diagnose von Vorwissen über verschiedene Medien und tools	Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz: SI-Vorwissen wird ermittelt und reorganisiert.
<p><i>Was zeichnet eine naturwissenschaftliche Fragestellung aus und welche Fragestellung lag den Acetabularia und den Xenopus-Experimenten zugrunde?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erforschung der Funktion des Zellkerns in der Zelle</li> </ul>	benennen Fragestellungen historischer Versuche zur Funktion des Zellkerns und stellen Versuchsdurchführungen und Erkenntniszuwachs dar (E1, E5, E7).	<i>Acetabularia-Experimente</i> von Hämmerling	Naturwissenschaftliche Fragestellungen werden kriteriengeleitet entwickelt und Experimente ausgewertet.

	werten Klonierungsexperimente (Kerntransfer bei <i>Xenopus</i> ) aus und leiten ihre Bedeutung für die Stammzellforschung ab (E5).	<b>Experiment</b> zum Kerntransfer bei <i>Xenopus</i>	
<p><i>Wie ist die DNA aufgebaut, wo findet man sie und wie wird sie kopiert?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Vorkommen von Nukleinsäuren</li> <li>• Aufbau der DNA</li> </ul>	<p>ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle [Kohlenhydrate, Lipide, Proteine,] Nucleinsäuren den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften (UF1, UF3).</p> <p>erklären den Aufbau der DNA mithilfe eines Strukturmodells (E6, UF1).</p>	<b>Modellbaukasten</b> zur DNA Struktur und Replikation	<p>Der DNA-Aufbau und die Replikation werden lediglich modellhaft erarbeitet. Die Komplementarität wird dabei herausgestellt.</p> <p><b>BA: Entwicklung von Modellen zum DNA Aufbau</b></p>
<p><i>Welche biologische Bedeutung hat die Mitose für einen Organismus?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitose (Rückbezug auf Zelltheorie)</li> <li>• Interphase</li> </ul>	<p>begründen die biologische Bedeutung der Mitose auf der Basis der Zelltheorie (UF1, UF4).</p> <p>erläutern die Bedeutung des Cytoskeletts für [den intrazellulären Transport und] die Mitose (UF3, UF1).</p>	<p><b>Informationstexte</b> und <b>Abbildungen</b> <b>Filme/Animationen</b> zu zentralen Aspekten:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. exakte Reproduktion</li> <li>2. Organ- bzw. Gewebewachstum und Erneuerung (Mitose)</li> <li>3. Zellwachstum (Interphase)</li> </ol>	Die Funktionen des Cytoskeletts werden erarbeitet, Informationen werden in ein Modell übersetzt, das die wichtigsten Informationen sachlich richtig wiedergibt.
Mechanismus der DNA-Replikation in der S-Phase der Interphase	beschreiben den semikonservativen Mechanismus der DNA-Replikation (UF1, UF4).	Tafelkino als Methode	<b>MKR: Lernen mit Animationen 3 Dimensionalität und Schlaufenbildung werden für ein besseres Verständnis von Folge- und Leitstrang herausgestellt.</b>

<p><i>Welche Möglichkeiten und Grenzen bestehen für die Zellkulturtechnik?</i></p> <p>Zellkulturtechnik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotechnologie</li> <li>• Biomedizin</li> <li>• Pharmazeutische Industrie</li> </ul>	<p>zeigen Möglichkeiten und Grenzen der Zellkulturtechnik in der Biotechnologie und Biomedizin auf (B4, K4).</p>	<p><b>Informationsblatt</b> zu Zellkulturen in der Biotechnologie und Medizin- und Pharmaforschung</p> <p><b>Rollenkarten</b> zu Vertretern unterschiedlicher Interessensverbände (Pharma-Industrie, Forscher, PETA-Vertreter etc.)</p> <p><b>Pro und Kontra-Diskussion</b> zum Thema: „Können Zellkulturen Tierversuche ersetzen?“</p>	<p><b>MKR: Zellkulturen anlegen im virtuellen Laboren.</b></p> <p>Zentrale Aspekte werden herausgearbeitet.</p> <p>Argumente werden erarbeitet und Argumentationsstrategien entwickelt. SuS, die nicht an der Diskussion beteiligt sind, sollten einen Beobachtungsauftrag bekommen. Nach Reflexion der Diskussion können Leserbriefe verfasst werden.</p>
---	--	---	--

<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe</li> <li>• Überprüfung der erlangten Kompetenzen mit Hilfe von Diagnosebögen</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Feedbackbogen und angekündigte <i>multiple-choice</i>-Tests zur Mitose; schriftliche Übung (z.B. aus einer Hypothese oder einem Versuchsdesign auf die zugrunde liegende Fragestellung schließen) zur Ermittlung der Fragestellungskompetenz (E1)</li> <li>• ggf. Klausur</li> </ul>
---

## Unterrichtsvorhaben V: Zelluläre Grundlagen von Leistungsfähigkeit

Wie wird sportliche Leistungsfähigkeit in der Zelle ermöglicht und was lernen wir daraus über unsere Leistungsfähigkeit?

**Inhaltsfeld:** IF 2 (Energiestoffwechsel)

### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Dissimilation
- Körperliche Aktivität und Stoffwechsel

**Zeitbedarf:** ca. 26 Std. à 45 Minuten

### Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- **UF3** die Einordnung biologischer Sachverhalte und Erkenntnisse in gegebene fachliche Strukturen begründen.
- **B1** bei der Bewertung von Sachverhalten in naturwissenschaftlichen Zusammenhängen fachliche, gesellschaftliche und moralische Bewertungskriterien angeben.
- **B2** in Situationen mit mehreren Handlungsoptionen Entscheidungsmöglichkeiten kriteriengeleitet abwägen, gewichten und einen begründeten Standpunkt beziehen.
- **B3** in bekannten Zusammenhängen ethische Konflikte bei Auseinandersetzungen mit biologischen Fragestellungen sowie mögliche Lösungen darstellen.

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz (auch <b>Methodencurriculum</b> , <b>Medienpass</b> , <b>Verbraucherbildung</b> und <b>Berufsorientierung</b> )
<p><i>Welche Veränderungen können während und nach körperlicher Belastung beobachtet werden?</i></p> <p><i>Systemebene: Organismus</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Belastungstest</li> </ul> <p>Schlüsselstellen der körperlichen Fitness</p>		<p><i>Münchener Belastungstest</i> <u>oder</u> <i>multi-stage</i> Belastungstest.</p> <p><b>Selbstbeobachtungsprotokoll</b> zu Herz, Lunge, Durchblutung Muskeln</p> <p><b>Graphic Organizer</b> auf verschiedenen Systemebenen</p>	<p>Begrenzende Faktoren bei unterschiedlich trainierten Menschen werden ermittelt.</p> <p>Damit kann der Einfluss von Training auf die Energiezufuhr, Durchblutung, Sauerstoffversorgung, Energiespeicherung und Ernährungsverwertung systematisiert werden.</p> <p>Die Auswirkung auf verschiedene Systemebenen (Organ, Gewebe, Zelle, Molekül) kann dargestellt und bewusst gemacht werden.</p>

<p>Wie entsteht und wie gelangt die benötigte Energie zu unterschiedlichen Einsatzorten in der Zelle?</p> <p>Systemebene: Molekül NAD<sup>+</sup> und ATP</p>	<p>erläutern die Bedeutung von NAD<sup>+</sup> und ATP für aerobe und anaerobe Dissimilationsvorgänge (UF1, UF4).</p>	<p><b>Arbeitsblatt</b> mit Modellen / Schemata zur Rolle des ATP</p>	<p>Die Funktion des ATP als Energie-Transporter wird verdeutlicht.</p>
<p>Wie entsteht ATP und wie wird der C6-Körper abgebaut?</p> <p>Systemebenen: Zelle, Molekül</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tracermethode</li> <li>• Glykolyse</li> <li>• Zitronensäurezyklus</li> <li>• Atmungskette</li> </ul>	<p>präsentieren eine Tracermethode bei der Dissimilation adressatengerecht (K3).</p> <p>erklären die Grundzüge der Dissimilation unter dem Aspekt der Energieumwandlung mithilfe einfacher Schemata (UF3).</p> <p>beschreiben und präsentieren die ATP-Synthese im Mitochondrium mithilfe vereinfachter Schemata (UF2, K3).</p> <p>erklären mithilfe einer graphischen Darstellung die zentrale Bedeutung des Zitronensäurezyklus im Zellstoffwechsel (E6, UF4).</p>	<p><b>Edmond NRW – Lernen mit Animationen</b></p> <p><b>Arbeitsblatt</b> mit histologischen Elektronenmikroskopie-Aufnahmen und Tabellen</p> <p><b>Informationstexte</b> und <b>schematische Darstellungen</b> zu Experimenten von Peter Mitchell (chemiosmotische Theorie) zum Aufbau eines Protonengradienten in den Mitochondrien für die ATP-Synthase (vereinfacht)</p> <p><b>Arbeitsblatt</b> mit einem vereinfachten Schema des Zitronensäurezyklus und seiner Stellung im Zellstoffwechsel (Zusammenwirken von Kohlenhydrat, Fett und Proteinstoffwechsel)</p>	<p>Grundprinzipien von molekularen Tracern werden wiederholt.</p> <p>Experimente werden unter dem Aspekt der Energieumwandlung ausgewertet. Verschiedene Situationen können „durchgespielt“ (z.B. die Folgen einer Fett-, Vitamin- oder Zuckerunterversorgung) werden.</p>
<p>Wie reagiert der Körper auf unterschiedliche Belastungssituationen und wie unterscheiden sich verschiedene Muskelgewebe voneinander?</p>	<p>erläutern den Unterschied zwischen roter und weißer Muskulatur (UF1).</p> <p>präsentieren unter Einbezug geeigneter Medien und unter Verwendung einer korrekten</p>	<p><b>Partnerpuzzle</b> mit Arbeitsblättern zur roten und weißen Muskulatur und zur Sauerstoffschuld</p>	<p>Hier können Beispiele von 100-Meter-, 400-Meter- und 800-Meter-Läufern analysiert werden.</p> <p>Verschiedene Muskelgewebe werden im Hinblick auf ihre Mitochondriendichte</p>

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

		Oberflächenvergrößerung durch Kapillarisation	
<p><i>Wie funktional sind bestimmte Trainingsprogramme und Ernährungsweisen für bestimmte Trainingsziele?</i></p> <p><i>Systemebenen: Organismus, Zelle, Molekül</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ernährung und Fitness</li> <li>• Kapillarisation</li> <li>• Mitochondrien</li> </ul> <p><i>Systemebene: Molekül</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Glycogenspeicherung</li> <li>• Myoglobin</li> </ul>	<p>erläutern unterschiedliche Trainingsformen adressatengerecht und begründen sie mit Bezug auf die Trainingsziele (K4).</p>	<p><b>Fallstudien</b> aus der Fachliteratur (Sportwissenschaften)</p>	<p>Hier können Trainingsprogramme und Ernährung unter Berücksichtigung von Trainingszielen (Aspekte z.B. Ausdauer, Kraftausdauer, Maximalkraft) und der Organ- und Zellebene (Mitochondrienanzahl, Myoglobinkonzentration, Kapillarisation, erhöhte Glykogenspeicherung) betrachtet, diskutiert und beurteilt werden.</p> <p>BO: Fitnesstrainer/in Ernährungsberater/in (Ökotrophologie)</p> <p>Nutzung von Fitness-Trackern/Apps und digitale Auswertung von Trainingseinheiten. Beurteilung dieser Apps im Hinblick auf Funktionalität und Genauigkeit</p>
<p><i>Wie wirken sich leistungssteigernde Substanzen auf den Körper aus?</i></p> <p><i>Systemebenen: Organismus, Zelle, Molekül</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formen des Dopings <ul style="list-style-type: none"> <li>– Anabolika</li> <li>– EPO</li> <li>– ...</li> </ul> </li> </ul>	<p>nehmen begründet Stellung zur Verwendung leistungssteigernder Substanzen aus gesundheitlicher und ethischer Sicht (B1, B2, B3).</p>	<p><b>Anonyme Kartenabfrage</b> zu Doping</p> <p><b>Informationstext</b> zu Werten, Normen, Fakten</p> <p><b>Informationstext</b> zum ethischen Reflektieren (nach Martens 2003)</p> <p><b>Exemplarische Aussagen</b> von Personen</p> <p><b>Informationstext</b> zu EPO</p> <p>Historische Fallbeispiele zum Einsatz von EPO (Blutdoping) im Spitzensport</p> <p><b>Weitere Fallbeispiele</b> zum Einsatz anaboler Steroide in Spitzensport und Viehzucht</p>	<p>Juristische und ethische Aspekte werden auf die ihnen zugrunde liegenden Kriterien reflektiert.</p> <p>Verschiedene Perspektiven und deren Handlungsoptionen werden erarbeitet, deren Folgen abgeschätzt und bewertet.</p> <p>Bewertungsverfahren und Begriffe werden geübt und gefestigt.</p>
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe</li> <li>• Überprüfung der erlangten Kompetenzen mit Hilfe von Diagnosbögen</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. Klausur.</li> </ul>			

## 4. Konkretisierte Unterrichtsvorhaben – Qualifikationsphase I

### Inhaltsfeld Genetik

#### Unterrichtsvorhaben I: Proteinbiosynthese

Wie steuern Gene die Ausprägung von Merkmalen, welche Konsequenzen haben Veränderungen der genetischen Strukturen für einen Organismus und welche regulatorischen Proteine und Prozesse kontrollieren die Genexpression?

#### Inhaltsfeld 3: Genetik

##### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Proteinbiosynthese
- Genregulation

##### Zeitbedarf:

ca. 25 Ustd. à 45 Minuten (Grundkurs)

ca. 49 Ustd. à 45 Minuten (Leistungskurs)

##### Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können...

- **E3** mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten,
- **E6** Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen,
- **UF1** biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.
- **UF4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.

<b>Sequenzierung:</b> <b>Fragestellungen</b> <b>inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen (auch <b>Methodencurriculum</b>, <b>Medienpass</b>, <b>Verbraucherbildung</b> und <b>Berufsorientierung</b>)</b>
<p><i>Welcher chemische Bestandteil der Chromosomen ist der Träger der Erbinformation?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bakterien <b>und Viren</b></li> <li>• Aufbau und Struktur der DNA (Wh.)</li> </ul> <p><i>Wie wird die DNA im Labor vervielfältigt?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• semikonservative Replikation (Wh.)</li> <li>• PCR</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca. 8 Ustd. / <b>12 Ustd.</b></p>	<p>Wiederholung der Themen DNA-Aufbau und Replikation aus der Einführungsphase</p> <p>erläutern molekulargenetische Verfahren (u.a. PCR, Gelelektrophorese) und ihre Einsatzgebiete (E4, E2, UF1)</p>	<p>Historischer Einstieg in das Inhaltsfeld Genetik über GRIFFITH und AVERY <b>sowie HERSHEY und CHASE [1]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problematisierung: DNA oder Protein als Träger der Erbinformation?</li> <li>• Auswertung der Versuche und Wiederholung der molekularen Struktur von DNA und Proteinen</li> </ul> <p>In diesem Kontext kann auch folgende Kompetenz erworben werden:</p> <p>Die SuS begründen die Verwendung bestimmter Modellorganismen (u.a. <i>E.coli</i>) für besondere Fragestellungen genetischer Forschung. (E6, E3)</p> <p>Betrachtung einer bakteriellen Wachstumskurve</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problematisierung durch Wechsel der Systemebenen: Zellverdopplung/DNA-Verdopplung</li> <li>• Wiederholung des Zellzykluses: Mitose, DNA Verpackung und Replikation</li> </ul> <p><b>BA: Mikroskopieren von Mitosestadien</b></p> <p>Einblick in die Forschung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Entwicklung der PCR als Werkzeug zur Vervielfältigung von DNA-Proben auf Grundlage des Replikationsmechanismus</b></li> <li>• <b>PCR – Effiziente Waffe im Einsatz gegen die Corona-Pandemie</b></li> </ul>

<b>Sequenzierung:</b> <b>Fragestellungen</b> <b>inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen (auch <b>Methodencurriculum</b>, <b>Medienpass</b>, <b>Verbraucherbildung</b> und <b>Berufsorientierung</b>)</b>
<p><i>Wie steuern Gene die Ausprägung von Merkmalen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ein-Gen-ein-Polypeptid-Hypothese</li>   <li>• Proteinbiosynthese</li>   <li>• <a href="#">Mechanismus der</a> Transkription</li>   <li>• Genetischer Code           <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <a href="#">Aufklärung</a></li> <li>○ <a href="#">Eigenschaften</a></li> </ul> </li> </ul>	<p><a href="#">erläutern wissenschaftliche Experimente zur Aufklärung der Proteinbiosynthese, generieren Hypothesen auf der Grundlage der Versuchspläne und interpretieren die Versuchsergebnisse (E3, E4, E5).</a></p> <p><a href="#">benennen Fragestellungen und stellen Hypothesen zur Entschlüsselung des genetischen Codes auf und erläutern klassische Experimente zur Entwicklung der Code-Sonne (E1, E3, E4).</a></p>	<p>Historischer Zugang über Alkaptonurie (Hypothese von GARROD) und / oder das Experiment von BEADLE und TATUM</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Definition des Genbegriffs</a></li> </ul> <p>In diesem Kontext kann auch folgende Kompetenz erworben werden:</p> <p><a href="#">Die SuS reflektieren und erläutern den Wandel des Genbegriffs (E7).</a></p> <p><a href="#">Analyse der Experimentalreihe zur Aufklärung der Proteinbiosynthese in vitro (benötigte Komponenten: Ribosomen, mRNA, tRNA, Aminosäuren) [2]</a></p> <p>Modellhafte Erarbeitung der Grundschnitte der Proteinbiosynthese (z. B. Einsatz eines dynamischen Funktionsmodells).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Nachvollzug des Ablaufs der Transkription anhand einer Animation [3] – Universität Frankfurt</a></li> <li>• <a href="#">Erwerb detaillierter Fachkenntnisse zum Ablauf der Transkription (z.B. Funktion der RNA-Polymerase, Start- und Stoppsignal, Erkennen der Transkriptionsrichtung; noch keine umfassende Betrachtung der Transkriptionsfaktoren) mit dem Ziel einer fachsprachlich angemessenen Präsentation des Vorgangs.</a></li> </ul> <p><a href="#">Analyse der Experimente von NIRENBERG ZUR Entschlüsselung des genetischen Codes nach dem</a></p>

<b>Sequenzierung:</b> <b>Fragestellungen</b> <b>inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen (auch <b>Methodencurriculum</b>, <b>Medienpass</b>, <b>Verbraucherbildung</b> und <b>Berufsorientierung</b>)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanismus der Translation</li> <li>• Vergleich der Proteinbiosynthese bei Prokaryonten und Eukaryonten</li> <li>• RNA-Prozessierung</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca. 8Ustd. / 10 Ustd.</p>	<p>erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Genmutationen / Mutationstypen (UF1, UF2).</p> <p>vergleichen die molekularbiologischen Abläufe in der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten (UF1, UF3).</p>	<p><a href="#">naturwissenschaftlichen Weg der Erkenntnisgewinnung [4]</a></p> <p>Erarbeitung der Eigenschaften des genetischen Codes g Anwendung der Codesonne</p> <p><b>MKR: Halbjahresprojekt-</b> Produktion von Lernvideos zur PBS. Diese können neben dem Regelunterricht produziert werden und als Leistung in die SOMI-Note einfließen (LK)</p> <p>Erwerb von <a href="#">detaillierten</a> Fachkenntnissen zum Vorgang der Translation</p> <p><a href="#">Mögliche Vertiefung: Inhibitoren der prokaryotischen PBS als Antibiotika</a></p> <p>Tabellarischer Vergleich der Vorgänge bei der Proteinbiosynthese von Prokaryonten und Eukaryonten (Kompartimentierung, Introns/Exons, Prozessierung, Spleißen, Capping, Tailing, Aufbau der Ribosomen. <a href="#">alternatives Spleißen und posttranslationale Modifikationen</a>)</p>
<p><i>Wie wirken sich Veränderungen im genetischen Code aus?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Genmutationen</li> </ul>	<p>erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Genmutationen / <a href="#">Mutationstypen</a> (UF1, UF2).</p> <p>erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp (u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4)</p>	<p>Rückbezug auf Alkaptonurie o. a. genetisch bedingte Erkrankung, um zu Mutationen überzuleiten.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mutationsanalyse auf Genebene</li> <li>• <a href="#">Sequenzanalyse nach SANGER als Methode zur Ermittlung von Basenabfolgen</a></li> </ul> <p>Klassifizierung der Mutationstypen, hier insbesondere der Genmutationen:</p>

<b>Sequenzierung:</b> <b>Fragstellungen</b> <b>inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen (auch <b>Methodencurriculum</b>, <b>Medienpass</b>, <b>Verbraucherbildung</b> und <b>Berufsorientierung</b>)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Genwirkketten</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Punktmutation (stumm, missense, nonsense),</li> <li>• Rasterschubmutation (Deletion, Insertion)</li> </ul> <p>z. B. am Beispiel der unterschiedlichen Möglichkeiten einer Mutation, die zur genetisch bedingten Erkrankung „Retinopathia pigmentosa“ führen [5]</p> <p>Erarbeitung der Auswirkungen von Genmutationen auf den Organismus (z. B. bei Retinopathia pigmentosa) und auf Genwirkketten (am Beispiel des Phenylalanin-stoffwechsels)</p>
<p><i>Wodurch entstehen Mutationen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mutagene</li> <li>• Protoonkogene und Tumor-Suppressorgene</li> </ul> <p>ca. 5 Ust. / 15 Ust.</p>	<p>erklären mithilfe eines Modells die Wechselwirkung von Proto-Onkogenen und Tumor-Suppressorgenen auf die Regulation des Zellzyklus und beurteilen die Folgen von Mutationen in diesen Genen (E6, UF1, UF3, UF4).</p>	<p>Untersuchung des Einflusses von Mutagenen auf die Entstehung von Mutationen</p> <p>Erläuterung des Test-Ansatzes und Diskussion der Ergebnisse eines AMES-Tests sowie der Eignung dieses Verfahrens zur Beurteilung des mutagenen Potentials einer Substanz</p> <p>In diesem Kontext kann der GK die gleichlautende Kompetenz erwerben.</p> <p>Erarbeitung der Krebsentstehung durch Mutationen in Proto-Onkogenen (z. B. ras-Gene) und Tumor-Suppressorgenen (z. B. p53-Gen)</p> <p>g gestörte Regulation der Transkription</p> <p>z. B. mit Hilfe der Aufgabensequenz „Tumorgene“ [6]</p> <p>BO: Medizin-Onkologie</p>

<b>Sequenzierung:</b> <b>Fragestellungen</b> <b>inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen (auch <b>Methodencurriculum</b>, <b>Medienpass</b>, <b>Verbraucherbildung</b> und <b>Berufsorientierung</b>)</b>
<p><i>Wie wird die Bildung von Proteinen bei Prokaryoten reguliert?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tryp-Operon</li> <li>• Lac-Operon</li> </ul> <p><i>Wie wird die Bildung von Proteinen bei Eukaryoten reguliert?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transkriptionsebene</li> <li>• DNA-Methylierung</li> <li>• Translationsebene RNA-Interferenz</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca. 4 Ustd. / 12 Ustd.</p>	<p>erläutern und entwickeln Modellvorstellungen auf der Grundlage von Experimenten zur Aufklärung der Genregulation bei Prokaryoten (E2, E5, E6)</p> <p>erläutern die Bedeutung der Transkriptionsfaktoren für die Regulation von Zellstoffwechsel und Entwicklung (UF1, UF4)</p> <p>erklären mit Hilfe von Modellen genregulatorische Vorgänge bei Eukaryoten (E6)</p> <p>erläutern epigenetische Modelle zur Regulation des Zellstoffwechsels und leiten Konsequenzen für den Organismus ab (E6)</p>	<p>Erarbeitung der Endprodukthemmung und Substratinduktion mit Hilfe von Funktionsmodellen und Animationen</p> <p>Herausstellung des Silencer- und Enhancer-Prinzips bei Transkriptionsfaktoren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Benennung der einzelnen Transkriptionsfaktoren ist nicht erforderlich.</li> <li>• Hier bietet sich eine erneute Thematisierung der Rolle von p53 als Wächter des Genoms an</li> </ul> <p>In diesem Kontext kann der Grundkurs auch folgende Kompetenz erwerben:</p> <p>Die SuS erklären einen epigenetischen Mechanismus als Modell zur Regelung des Zellstoffwechsels (E6)</p>

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe • Überprüfung der erlangten Kompetenzen mit Hilfe von Diagnosebögen

Leistungsbewertung:

- Videos- PBS
- ggf. Klausur

## Unterrichtsvorhaben II: Humangenetische Beratung

Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf?

### Inhaltsfeld 5: Genetik

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Meiose und Rekombination
- Analyse von Familienstammbäumen
- Gentechnik / [Gentechnologie](#)
- Bioethik

#### Zeitbedarf:

ca. 15 Std. à 45 Minuten (Grundkurs)

[ca. 26 Std. à 45 Minuten \(Leistungskurs\)](#)

#### Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können...

- **UF4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.
- **E1** in vorgegebenen Situationen biologische Phänomene beschreiben, in Teilprobleme zerlegen und dazu biologische Fragestellungen formulieren
- **E3** zur Klärung biologischer Fragestellungen Hypothesen formulieren und Möglichkeiten zu ihrer Überprüfung angeben
- **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.
- **B3** an Beispielen von Konfliktsituationen [mit biologischem Hintergrund kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten.](#)

<b>Sequenzierung:</b> <b>Fragestellungen</b> <b>inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen (auch <b>Methodencurriculum</b>, <b>Medienpass</b>, <b>Verbraucherbildung</b> und <b>Berufsorientierung</b>)</b>
<p><i>Wie bleibt der artspezifische Chromosomensatz des Menschen von Generation zu Generation erhalten?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chromosomen</li> <li>• Meiose und Rekombinationsvorgänge</li> <li>• Chromosomen- und Genommutationen (hier z. B. Trisomie 21)</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca. 3 Ustd. / 4 Ustd.</p>	<p>erläutern die Grundprinzipien der Rekombination (Reduktion und Neukombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung (UF4).</p> <p>erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp (u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4)</p>	<p>Möglicher Einstieg: Entwicklungszyklus des Menschen</p> <p>Klärung der Begriffe Haploidie und Diploidie sowie Bestimmung des Geschlechts anhand eines Karyogramms</p> <p><b>Mikroskopieren von Chromosomensätzen mit Dauerpräparaten</b></p> <p>Wiederholung der Meiose und des Prinzips der interchromosomalen Rekombination [1, 2]</p> <p><b>MKR: Digitaler Selbstlernkurs Meiose (Mallig)</b></p> <p>Analyse einer Genommutation (z.B. Trisomie 21, Klinefelter- und Turnersyndrom) Veranschaulichung der Ursachen durch Fehler bei der Meiose eines Elternteils.</p> <p>Erweiterung auf Chromosomenmutationen (z. B. Translokationstrisomie, <b>balancierte Translokationstrisomie</b>, <b>Mosaiktrisomie</b>) [3, 4]</p>
<p><i>Wie lassen sich aus Familienstammbäumen Vererbungsmodi ermitteln?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erbgänge und Stammbaumanalyse</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca. 6 Ustd./ 6 Ustd.</p>	<p>formulieren bei der Stammbaumanalyse Hypothesen zum Vererbungsmodus genetisch bedingter Merkmale (X-chromosomal, autosomal, Zweifaktorenanalyse; Kopplung, Crossing-over) und begründen die Hypothesen mit vorhandenen Daten auf der Grundlage der Meiose (E1, E3, E5, UF4, K4).</p>	<p><b>MKR: Arbeiten mit digitalen Selbstlernprogrammen (Mallig)</b></p> <p><b>Strategien zur fachsprachlich korrekten Auswertung von Stammbäumen werden an mehreren Beispielen im Unterricht eingeübt</b> [5, 6]</p>
<p><i>Wie lassen sich Merkmalsausprägungen erklären, die nicht auf die Mendelschen Regeln zurückzuführen sind?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intrachromosomale Rekombination</li> </ul>	<p>formulieren bei der Stammbaumanalyse Hypothesen zum Vererbungsmodus genetisch bedingter Merkmale (X-chromosomal, autosomal, Zweifaktorenanalyse; Kopplung, Crossing-over) und begründen die Hypothesen mit vorhandenen Daten auf der Grundlage der Meiose (E1, E3, E5, UF4, K4).</p>	<p>Zweifaktorenanalyse (dihybrider Erbgang) und Crossing-over am Beispiel Bluterkrankheit / Rot-Grün-Blindheit:</p> <p><b>MKR: Arbeiten mit digitalen Selbstlernprogrammen (Mallig)</b></p>

<b>Sequenzierung:</b> <b>Fragestellungen</b> <b>inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen (auch <b>Methodencurriculum</b>, <b>Medienpass</b>, <b>Verbraucherbildung</b> und <b>Berufsorientierung</b>)</b>
<p style="text-align: right;">ca. 4 Ustd.</p>	<p>erläutern die Grundprinzipien der inter- und intrachromosomalen Rekombination (Reduktion und Neukombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung (UF4).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problematisierung der Grenzen und Ausweitung der Stammbaumanalyse (z. B. multiple Allele, variable Expressivität, polygen oder multifaktoriell bedingte Merkmale, Epistasie, extrachromosomale Vererbung), ggf. in kooperativer Erarbeitung</li> </ul>
<p>Wie können genetisch bedingte Krankheiten zuverlässig diagnostiziert werden?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Genanalyse mit Short-Tandem-Repeat-Analyse (STR)</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca. 3 Ustd. / 5 Ustd. + ggf. Labortag</p>	<p>erläutern molekulargenetische Verfahren (u.a. PCR, Gelelektrophorese) und ihre Einsatzgebiete (E4, E2, UF1).</p>	<p>Wiederholung der in UV I eingeführten molekulargenetischen Werkzeuge (PCR, Gelelektrophorese)</p> <p>Anwendung dieser Werkzeuge bei der Diagnostik verschiedener genetisch bedingter Krankheiten, z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chorea Huntington (STR-Analyse)</li> <li>• Cystische Fibrose (Sequenzanalyse, z. B. Fluoreszenzmethode)</li> </ul> <p>Ethische Aspekte können auch thematisiert werden.</p> <p>ggf. Exkursion in ein Schülerlabor (LK)</p> <p>® molekulargenetisches Praktikum</p> <p>In diesem Kontext können auch folgende Kompetenzen erworben werden:          Die SuS geben die Bedeutung von DNA-Chips und <b>Hochdurchsatz-Sequenzierung</b> an und beurteilen / <b>bewerten</b> Chancen und Risiken. (B1, B3).</p> <p>Die SuS recherchieren Informationen zu humangenetischen Fragestellungen (u. a. genetisch bedingten Krankheiten), schätzen die Relevanz und Zuverlässigkeit der Informationen ein und fassen die Ergebnisse strukturiert zusammen (K2, K1, K3, K4).ggf. weitere Anwendungsbeispiele für DNA-Analysen (z. B. genetischer Fingerabdruck)</p>

<b>Sequenzierung:</b> <b>Fragestellungen</b> <b>inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen (auch <b>Methodencurriculum</b>, <b>Medienpass</b>, <b>Verbraucherbildung</b> und <b>Berufsorientierung</b>)</b>
<p><i>Gentechnik: Welche therapeutischen Ansätze ergeben sich für durch Genmutationen bedingte Krankheiten?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gentechnische Grundoperationen</li>   <li>• Anwendungsbereiche</li>       <li>• Stammzellen</li>     <li>• Ethische Bewertung</li> </ul> <p>ca. 3 Ustd./7 Ustd.</p>	<p>beschreiben molekulargenetische Werkzeuge und erläutern deren Bedeutung für gentechnische Grundoperationen (UF1).</p>    <p>recherchieren Unterschiede zwischen embryonalen und adulten Stammzellen und präsentieren diese unter Verwendung geeigneter Darstellungsformen (K2, K3).</p> <p>stellen naturwissenschaftlich-gesellschaftliche Positionen zum therapeutischen Einsatz von Stammzellen dar und beurteilen Interessen und Folgen ethisch (B3, B4).</p>	<p>Zunächst Erarbeitung grundlegender gentechnischer Verfahren am Beispiel der Gewinnung des Humaninsulins [7]</p> <p>Die SuS stellen mithilfe geeigneter Medien die Herstellung transgener Lebewesen dar und diskutieren ihre Verwendung (K1, B3).</p> <p>An dieser Stelle können auch folgende Kompetenzen erworben werden:</p> <p>Die SuS beschreiben aktuelle Entwicklungen in der Biotechnologie bis hin zum Aufbau von synthetischen Organismen in ihren Konsequenzen für unterschiedliche Einsatzziele und bewerten sie (B3, B4).</p> <p><b>BO: Studium Biotechnik</b></p> <p>In diesem Zusammenhang kann der GK die gleichlautenden Kompetenzen erwerben.</p> <p>Gruppenteilige Erarbeitung verschiedener weiterer therapeutischer Ansätze, z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verhinderung der Herstellung veränderter Proteine durch antisense-mRNA [9]</li> <li>• Einbringen des intakten Gens in die (Stamm-) Zellen des Patienten: somatische Gentherapie</li> </ul> <p>An einem ethischen Dilemma soll die <b>Methode der 6 Schritte zur moralischen Urteilsfindung</b> durchgeführt werden.</p>

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe Überprüfung der erlangten Kompetenzen mit Hilfe von Diagnosbögen

Leistungsbewertung:

- ggf. Klausur

## Inhaltsfeld Ökologie

### Unterrichtsvorhaben III: Autökologische Untersuchungen

Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf die Standortwahl und Anpasstheiten von Organismen?

#### Inhaltsfeld 5: Ökologie

##### Inhaltlicher Schwerpunkt:

Umweltfaktoren und ökologische Potenz

##### Zeitbedarf:

ca. 12 UStd. à 45 Minuten (Grundkurs)

ca. 20 UStd. à 45 Minuten (Leistungskurs)

##### Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können...

- **UF3** biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen.
- **E1** selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren.
- **E2 Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern.**
- **E4** Experimente mit komplexen Versuchsplänen und –aufbauten mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien (Sicherheit, Messvorschriften, Variablenkontrolle, Fehleranalyse) durchführen.
- **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.
- **K4** sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen belegen bzw. widerlegen.

<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen (auch <b>Methodencurriculum</b>, <b>Medienpass</b>, <b>Verbraucherbildung</b> und <b>Berufsorientierung</b>)</b>
<p><i>Wie können die Lebensprozesse in einem geschlossenen System aufrecht erhalten werden?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Zusammenhänge in einem Ökosystem (Wiederholung)               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Biotop und Biozönose</li> <li>○ Kreisläufe und Sukzession</li> </ul> </li> <li>• Toleranzbereiche ausgewählter Beispielorganismen (stenöke und euryöke Arten)</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca. 2 UStd.</p>		<p>Einführung am Beispiel „Ein Ökosystem im Glas“</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Reaktivierung der Vorkenntnisse anhand eines Modells</b> (z. B. Flaschengarten, <b>Aquarium</b>, Biosphere II...).</li> <li>• Erarbeitung und Veranschaulichung der ökologischen Grundprinzipien.</li> <li>• Diagnose des Grundverständnisses zum Aufbau und zur Regulation von Ökosystemen. [1]</li> </ul> <p>Mögliche Anbindung an den Schulzoo: Vivariums-TÜV: Hier könnten verschiedene Lebensräume im Hinblick auf Toleranzkurven untersucht werden (Artgerechte Tierhaltung- Was lernen wir aus der Ökologie). Dazu recherchieren die SuS die Bedingungen in den natürlichen Lebensräumen.</p> <p>Auswertung von Diagrammen zur physiologischen Potenz verschiedener Arten nur im Einfaktoren-Experiment</p>
<p><i>Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf das Vorkommen von Arten?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abiotischer Faktor Temperatur</li> <li>• Klimaregeln</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermoregulation bei Poikilothermen und Homoiothermen</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca. 6 UStd. / 10 UStd.</p>	<p>erläutern die Aussagekraft von biologischen Regeln (u.a. tiergeographische Regeln) und grenzen diese von naturwissenschaftlichen Gesetzen ab (E7, K4).</p> <p>entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1,E5)</p> <p>planen ausgehend von Hypothesen Experimente zur Überprüfung der physiologischen Toleranz nach dem Prinzip der Variablenkontrolle, nehmen kriterienorientierte Beobachtungen und Messungen vor und deuten die Ergebnisse (E2, E3, E4, E5, K4)</p>	<p><b>BA: Die SuS führen selbstständig Modellversuche zur Bergmannschen und Allenschen Regel durch</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Reflexion der naturwissenschaftlichen Prinzipien</b> (physikalisch und stoffwechselphysiologisch), Berechnung des Oberfläche-Volumen-Verhältnisses</li> <li>• Strategien zur Thermoregulation (Endo- und Ektothermie, <b>Regelkreismodell</b>) [2]</li> <li>• Vernetzung der Erkenntnisse zu den Anpasstheiten an die Jahreszeiten mit dem Konzept zu tiergeographischen Regeln und Ableitung grundlegender Prinzipien</li> </ul> <p><b>BA: Temperaturoralexperiment: Untersuchungen der Temperaturpräferenzen von Wirbellosen (Asseln)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gegenüberstellung RGT-Regel und tiergeographische Regel</li> </ul>



## Unterrichtsvorhaben IV: Fotosynthese

Wie wird Lichtenergie in eine für alle Lebewesen nutzbare Energie umgewandelt?

### Inhaltsfeld 5: Ökologie

#### Inhaltlicher Schwerpunkt:

Fotosynthese (LK)

#### Zeitbedarf:

ca. 14 UStd. à 45 Minuten (Leistungskurs)

#### Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können...

- **UF 1** biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.
- **E 1** selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren.
- **E 3** mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten.
- **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren.

<b>Sequenzierung:</b> <b>Fragestellungen</b> <b>inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen (auch <b>Methodencurriculum</b>, <b>Medienpass</b>, <b>Verbraucherbildung</b> und <b>Berufsorientierung</b>)</b>
<p><i>Welche Bedingungen sind für eine optimale Fotosyntheserate förderlich?</i></p> <p>Abhängigkeit der Fotosynthese-Leistung von</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lichtstärke und –qualität (Absorptionsspektrum)</li> <li>• CO<sub>2</sub>-Konzentration (Minimumgesetz)</li> <li>• Temperatur (RGT-Regel)</li> </ul>	<p><i>analysieren Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen abiotischen Faktoren (E3).</i></p> <p><i>leiten aus Forschungsexperimenten zur Aufklärung der Fotosynthese zu Grunde liegende Fragestellungen und Hypothesen ab (E1, E3, UF2, UF4).</i></p>	<p><i>Im Anschluss an die Betrachtung von Licht- und Schattenblättern (UV III) wird über die Fotosyntheseleistung von Licht- und Schattenpflanzen ein Einstieg in die Thematik „Fotosynthese“ geschaffen.</i></p> <p><i>„Aufhänger“ z. B.: Warum brauchen wir Gewächshäuser?</i></p> <p><b>Die SuS führen selbstständig Experimente mit der Wasserpest durch!</b></p> <p><i>Vor der Betrachtung des FS-Prozesses werden die ökologischen Bedingungen für die optimale FS-Leistung im Efeu-Experiment untersucht. [1]</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Variablen: CO<sub>2</sub>-Gehalt, Lichtstärke, Lichtqualität, Temperatur (enzymatischer Prozess)</i></li> <li>• <i>Digitale Anfertigung von Versuchsprotokollen mit Word und Excel, Präsentation der Ergebnisse mit Powerpoint</i></li> <li>• <i>ENGELMANNSCHE Bakterienversuch und EMERSON-Effekt</i></li> </ul>
<p><i>Wie wird Lichtenergie in eine für alle Lebewesen nutzbare Form der Energie umgewandelt?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompartimentierung</li> <li>• Fotoreaktion (Energieumwandlung)</li> <li>• Protonengradient</li> <li>• Synthesereaktion (wesentliche Schritte des Calvin-zyklus)</li> <li>• Assimilation</li> </ul> <p>ca. 14 UStd.</p>	<p>erläutern den Zusammenhang zwischen Fotoreaktion und Synthesereaktion und ordnen die Reaktionen den unterschiedlichen Kompartimenten des Chloroplasten zu (UF1, UF3).</p> <p>erläutern mithilfe einfacher Schemata das Grundprinzip der Energieumwandlung in den Fotosystemen und den Mechanismus der ATP-Synthese (K3, UF1).</p>	<p>Fokussierung auf den molekularen Mechanismus: Erarbeitung der Grundlagen von Fotoreaktion und Synthesereaktion [2]</p> <p><b>Chromatographie von Blattfarbstoffen</b></p> <p>Fotoreaktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundprinzip der Energieumwandlung in den Fotosystemen,</li> <li>• Fotolyse des Wassers, HILL-Reaktion zur Aufklärung der Fotosynthese Gleichung,</li> <li>• Protonengradient und die Bedeutung der Kompartimentierung, Erzeugung von ATP (JAGENDORF: Chemiosmose) und NADPH+H<sup>+</sup> (<b>Parallelen zur Atmungskette ziehen</b>)</li> </ul> <p>Synthesereaktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tracerexperimente zur Aufklärung des Calvin-Zyklus</li> <li>• Calvinzyklus als Dreiphasenschema (Carboxylierung, Reduktion, Regeneration).</li> <li>• formales Endprodukt Glucose als Edukt für Energiegewinnung und Anabolismus (vernetzendes Lernen).</li> </ul>

<b>Sequenzierung:</b> <b>Fragstellungen</b> <b>inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen (auch <b>Methodencurriculum</b>, <b>Medienpass</b>, <b>Verbraucherbildung</b> und <b>Berufsorientierung</b>)</b>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>CAM und/oder C4- Pflanzen:</b> Alternative Fotosynthesestrategien als Angepasstheit an Standortbedingungen (Recherche, Präsentation)</li> </ul>

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- Selbstevaluationsbögen, Partner Diagnose, Ich Kompetenzen - Überprüfung der erlangten Kompetenzen mit Hilfe von Diagnosbögen

Leistungsbewertung:

- ggf. Facharbeiten,
- (digitale) Versuchsdokumentationen
- ggf. Klausur

## Unterrichtsvorhaben V: Populationsdynamik

Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?

### Inhaltsfeld 5: Ökologie

#### Inhaltlicher Schwerpunkt:

Dynamik von Populationen

#### Zeitbedarf:

ca. 10 UStd. à 45 Minuten (Grundkurs)

ca. 12 UStd. à 45 Minuten (Leistungskurs)

#### Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können...

- **UF2** zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden.
- **UF3** biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen.
- **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.
- **E6** Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder voraussagen.
- **E7** naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.
- **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren

<b>Sequenzierung:</b> <b>Fragstellungen</b> <b>inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen (auch <b>Methodencurriculum</b>, <b>Medienpass</b>, <b>Verbraucherbildung</b> und <b>Berufsorientierung</b>)</b>
<p><i>Welche Bedingungen beeinflussen die unterschiedlichen Wachstumsraten von Populationen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>dichteabhängige/dichteunabhängige Faktoren</li> <li>Populationsdichte</li> <li>Lebenszyklusstrategie (K- und r-Strategie)</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca.4 UStd.</p>	<p>beschreiben die Dynamik von Populationen in Abhängigkeit von dichteabhängigen und dichteunabhängigen Faktoren (UF1)</p> <p>leiten aus Daten zu abiotischen und biotischen Faktoren Zusammenhänge im Hinblick auf zyklische <b>und sukzessive</b> Veränderungen (Abundanz und Dispersion von Arten) sowie K- und r-Lebensstrategien ab (E5, UF1, UF2, UF3, UF4)</p>	<p>Analyse des Wachstums von z. B. Rentierpopulationen</p> <p>SuS benennen dichteunabhängige Faktoren (=abiotische Faktoren aus Unterrichtsvorhaben III) sowie dichteabhängige Faktoren anhand des Beispiels</p> <p><b>Modellrechnungen</b> zum Wachstum von z. B. Kaninchenpopulationen und menschlicher Population</p> <p>SuS erklären den Unterschied zwischen exponentiellem und logistischem Populationswachstum.</p> <p><b>Vergleichende Tabelle</b> zu K- und r-Strategien (Mensch/ Fuchs/Kaninchen) unter Berücksichtigung verschiedener Kriterien wie Lebensdauer, Populationsgröße, Nähe zur Kapazitätsgrenze, Brutpflege, Fortpflanzungshäufigkeit, Anzahl der Nachkommen, Größe der Nachkommenschaft</p>
<p><i>Welchen Einfluss haben andere Arten auf die Entwicklung einer Population?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Konkurrenz, Konkurrenzausschlussprinzip, Konkurrenzvermeidung</li> <li>Koexistenz durch Einnischung</li> </ul>	<p>leiten aus Untersuchungsdaten zu intra- und interspezifischen Beziehungen (u.a. <b>Parasitismus</b>, <b>Symbiose</b>, Konkurrenz) mögliche Folgen für die jeweiligen Arten ab und präsentieren diese unter Verwendung angemessener Medien (E5, K3, UF1).</p> <p>erklären mit Hilfe des Modells der ökologischen Nische die Koexistenz von Arten (E6, UF1, UF2, K4).</p>	<p><b>Auswertung von Daten zur Populationsentwicklung z. B. von <i>Paramecium</i> im Laborversuch von GAUSE [1], alternativ: Kieselalgenversuch von TILMAN [2]</b></p> <p>Begriffsklärung ökologische Nische, ökologische und physiologische Potenz am Beispiel von Mischkulturen im Freiland (z. B. Versuche von BAZZAZ, AUSTIN mit verschiedenen Grasarten [3] bzw. Hohenheimer Grundwasserversuch von</p>



## Unterrichtsvorhaben VI: Veränderungen von Ökosystemen

Welchen Einfluss haben anthropogene Faktoren auf ausgewählte Ökosysteme?

### Inhaltsfeld 5: Ökologie

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Nahrungskette, Nahrungsnetz
- Trophieebenen
- Kohlenstoffkreislauf
- Mensch und Ökosysteme
- Stoffkreislauf und Energiefluss

#### Zeitbedarf:

ca. 10 UStd. à 45 Minuten (Grundkurs)

ca. 18 UStd. à 45 Minuten (Leistungskurs + Exkursion)

#### Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können...

- **K1** bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden.
- **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren.
- **K2** zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen
- **UF4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.
- Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen.
- **B1** fachliche, wirtschaftlich-politische und moralische Kriterien bei Bewertungen von biologischen und biotechnischen Sachverhalten unterscheiden und angeben
- **B2 Auseinandersetzungen und Kontroversen zu biologischen und biotechnischen Problemen und Entwicklungen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Entscheidungen auf der Basis von Sachargumenten vertreten.**
- **B4** begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.
- **E4 Experimente und Untersuchungen zielgerichtet nach dem Prinzip der Variablenkontrolle unter Beachtung der Sicherheitsvorschriften planen und durchführen und dabei mögliche Fehlerquellen reflektieren.**

--	--

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i> inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen (auch <b>Methodencurriculum</b> , <b>Medienpass</b> , <b>Verbraucherbildung</b> und <b>Berufsorientierung</b> )
<p><i>Was passiert mit der von den Pflanzen umgewandelten Energie?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nahrungskette, Nahrungsnetz</li> <li>Trophieebenen</li> <li>Kohlenstoffkreislauf</li> </ul> <p><i>Wer reguliert wen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bottom up/Top down-Regulation</li> </ul> <p>ca. 4 UStd. / 6 UStd</p>	<p>stellen energetische und stoffliche Beziehungen verschiedener Organismen unter den Aspekten von Nahrungskette, Nahrungsnetz und Trophieebene formal, sprachlich und fachlich korrekt dar (K1, K3).</p>	<p>Bewusstmachung: Bedeutung der Fotosynthese für das Leben auf der Erde</p> <p>Schematische Darstellung einer Nahrungskette und eines komplexen Nahrungsnetzes</p> <p>Analyse von Schemata (Zahlen-, Biomasse-, Energiepyramiden), Einbahnstraße Energiefluss</p> <p>SuS differenzieren zwischen Kurz- und Langzeitkreislauf des Kohlenstoffs.</p> <p><i>mögliche Beispiele: Haisterben und die Auswirkungen auf das globale Ökosystem (Film: Sharkwater)</i></p>
<p><i>Wie verändert das absichtliche oder unbeabsichtigte Einbringen von Neobiota ein bestehendes Ökosystem?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Neobiota</li> </ul>		<p>MKR: Internet-Recherche und Präsentationen zu ausgewählten Neobiota und ihrem Einfluss auf die Entwicklung von Ökosystemen, z. B.: Aga-Kröte im Victoria River, Forelle</p>

<b>Sequenzierung:</b> <b>Fragstellungen</b> <b>inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen (auch <b>Methodencurriculum</b>, <b>Medienpass</b>, <b>Verbraucherbildung</b> und <b>Berufsorientierung</b>)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Schädlingsbekämpfung</li> </ul> <p>+ ggf. Exkursionstag</p> <p>ca. 4 UStd. / 6 UStd.</p>	<p>recherchieren Beispiele für die biologische Invasion von Arten und leiten Folgen für das Ökosystem ab (K2, K4)</p> <p>untersuchen das Vorkommen, die Abundanz und die Dispersion von Lebewesen eines Ökosystems im Freiland (E1, E2, E4).</p> <p>untersuchen die Veränderungen von Populationen mit Hilfe von Simulationen auf der Grundlage des Lotka-Volterra-Modells (E6)</p>	<p>in Neuseeland, Zebramuscheln im Hudson River, Mungo auf Jamaika, Grauhörnchen in England / Italien, Buchsbaumzünsler, Riesenbärenklau, Goldrute</p> <p>Hier lässt sich die für den LK verpflichtende Freilandexkursion anbinden, mit Schwerpunkt auf Betrachtung eines Ökosystems und dessen Sukzession (Praktikum-See)</p> <p>Bewertung der Vor- und Nachteile verschiedener Schädlingsbekämpfungsmethoden, mögliche Beispiele: Aga-Kröte im Victoria River, Mungo auf Jamaika im Zusammenhang mit chemischer Schädlingsbekämpfung: Lotka-Volterra-Regel 3</p> <p>Bei Schädlingsbekämpfungsmethoden: mögliche Vertiefung oder Wiederholung aus der Genetik zu transgenen Pflanzen</p>
<p><i>Wie lassen sich wirtschaftliche Interessen und Naturschutz in Einklang bringen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aspekte der Nutzung von Waldflächen</li> <li>Holz als Rohstoff und Energiequelle</li> </ul>	<p>präsentieren und erklären auf der Grundlage von Untersuchungsdaten die Wirkung von anthropogenen Faktoren auf ausgewählte globale Stoffkreisläufe (K1, K3, UF1)</p>	<p>Problemaufriss: Daten zum Anstieg der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre in den letzten 100 Jahren [2] g Grund: u. a. Nutzung von Holz und fossilen Brennstoffen als Energiequelle, CO<sub>2</sub>-Emissionen [3] - Fridays for Future</p> <p>In diesem Kontext können auch folgende Kompetenzen erworben werden:</p> <p>GK: Die SuS präsentieren und erklären auf der Grundlage von Untersuchungsdaten die Wirkung von anthropogenen Faktoren auf einen globalen Stoffkreislauf (K1, K3, UF1).</p> <p>Die SuS diskutieren Konflikte zwischen der Nutzung natürlicher Ressourcen und dem Naturschutz (B2, B3)</p> <p>Die SuS entwickeln Handlungsoptionen für das eigene Konsumverhalten und schätzen diese unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit ein (B2, B3)</p> <p>Erläuterung und Bewertung menschlicher Eingriffe in den natürlichen Kohlenstoffkreislauf und deren Folgen, z. B. Abholzung von Regenwäldern, Versauerung der Meere, Treibhauseffekt, Klimawandel</p>

<b>Sequenzierung:</b> <b>Fragestellungen</b> <b>inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen (auch <b>Methodencurriculum</b>, <b>Medienpass</b>, <b>Verbraucherbildung</b> und <b>Berufsorientierung</b>)</b>
<p style="text-align: center;">ca. 4 UStd.</p>		<p>Reflexion des Konsumverhaltens (z. B. Fleischkonsum, Energieverbrauch) bezüglich seiner globalen Auswirkungen            Kriteriengeleitete Bewertung von Handlungsoptionen (persönlich und politisch) im Sinne der Nachhaltigkeit [4-7]</p>
<p><i>Welche Auswirkungen haben Eingriffe des Menschen in Ökosysteme auf deren natürliche Sukzession?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sukzessionsstadien</li> <li>• Pioniergesellschaft</li> <li>• Folgegesellschaften</li> <li>• Klimaxgesellschaft</li> </ul> <p style="text-align: center;">ca. 3 UStd./4 UStd.</p>	<p>entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1, E5)</p> <p>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-Lebensstrategien ab (E5, UF1, UF2, UF3, UF4)</p>	<p>Sukzessionsstadien eines ausgewählten Ökosystems, z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Hier kann eine Anknüpfung an den Praktikumstag erfolgen!</b></li> <li>• Folgen von (natürlicher oder menschlich bedingter) Entwaldung: Sukzessionsstadien eines mitteleuropäischen Waldes/Mosaikzyklen Hier evtl. Nutzung historischer Karten zur Besprechung der Entwicklung des Waldes in Mitteleuropa</li> <li>• Folgen der Rodung des Regenwaldes für die Palmölgewinnung [8, 9]</li> <li>• Folgen von menschlich bedingten Umweltkatastrophen, z. B. der Sandoz-Katastrophe 1986 [10]</li> </ul> <p><b>BO: Ökosystem Management</b></p>
<p><u>Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pro-/Contra-Diskussion</li> <li>• Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe</li> <li>• Überprüfung der erlangten Kompetenzen mit Hilfe von Diagnosbögen</li> <li>•</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. Klausur</li> </ul>		

## 5. Konkretisierte Unterrichtsvorhaben – Qualifikationsphase II

### Inhaltsfeld Evolution

Unterrichtsvorhaben I: Evolution in Aktion		
Welche Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel?		
<b>Inhaltsfeld: Evolution</b>		
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen evolutiver Veränderung</li> <li>• Art und Artbildung</li> <li>• Entwicklung der Evolutionstheorie</li> </ul> <p><b>Zeitaufwand:</b> 16 Std. à 45 Minuten (LK) 12 Std a 45 Minuten (GK)</p>	<p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>UF1</b> biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.</li> <li>• <b>UF3</b> biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen.</li> <li>• <b>E7</b> naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.</li> <li>• <b>K4</b> sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.</li> </ul> <p>Statt der hier in Übereinstimmung mit dem Beispiel für einen schulinternen Lehrplan im Netz aufgeführten übergeordneten Kompetenzen können auch die folgenden übergeordneten Kompetenzen schwerpunktmäßig angesteuert werden: <b>UF2, UF4, E6</b></p>	
<p><b>Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung</b></p> <p><b>inhaltlicher Aspekte</b></p>	<p><b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p>	<p><b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen (auch <b>Methodencurriculum</b>, <b>Medienpass</b>, <b>Verbraucherbildung</b> und <b>Berufsorientierung</b>)</b></p>
<p><i>Charles Darwin – Wie wurde er zum einflussreichsten Wissenschaftler unserer Weltgeschichte?</i></p>		<p>Auseinandersetzung mit der Biographie von Charles Darwin! Hier kann folgende Dokumentation genutzt werden: Kaplan des Teufels auf Youtube</p> <p>Ziel: Überblick über die Themen des kommenden Inhaltsfeldes geben!</p>

<p><i>Welche genetischen Grundlagen beeinflussen den evolutiven Wandel?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Genetische Grundlagen des evolutiven Wandels</li> <li>• Grundlagen biologischer Anpasstheit</li> <li>• Populationen und ihre genetische Struktur</li> </ul>	<p>erläutern das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen (UF1, UF4).</p> <p>erläutern den Einfluss der Evolutionsfaktoren (Mutation, Rekombination, Selektion, Gendrift) auf den Genpool einer Population (UF4, UF1).</p> <p>bestimmen und modellieren mithilfe des Hardy-Weinberg-Gesetzes die Allelfrequenzen in Populationen und geben Bedingungen für die Gültigkeit des Gesetzes an (E6).</p>	<p><b>Materialien zur genetischen Variabilität und ihren Ursachen. Beispiele: Hainschnirkelschnecke, Zahnkärpfling</b></p> <p>MKR: Nutzung von Simulationen/Animationen zur natürlichen Selektion (Bsp. Birkenspanner)</p> <p>Wdh.: Meiose und Rekombination</p> <p>MKR: Nutzung von Computerprogrammen zur Simulation des Hardy-Weinberg-Gesetzes</p>
<p><i>Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Isolationsmechanismen</li> <li>• Artbildung</li> </ul>	<p>erklären Modellvorstellungen zu Artbildungsprozessen (u.a. allopatrische und sympatrische Artbildung) an Beispielen (E6, UF1).</p>	<p>Bezug zu Ernst Mayr: Weiterentwicklung des darwinschen Algorithmus</p> <p>Je ein zoologisches und ein botanisches Beispiel pro Isolationsmechanismus werden bearbeitet.</p> <p>Modellentwicklung zur allopatrischen und sympatrischen Artbildung: Erarbeitung / Entwicklung von Modellen mit anschließender Diskussion zu unterschiedlichen Darstellungsweisen</p>
<p><i>Welche Ursachen führen zur großen Artenvielfalt?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adaptive Radiation</li> </ul>	<p>stellen den Vorgang der adaptiven Radiation unter dem Aspekt der Anpasstheit dar (UF2, UF4).</p>	<p>Ein Konzept zur Entstehung der adaptiven Radiation wird entwickelt.</p> <p><b>Weitere Kompetenzen, die in diesem Kontext entwickelt werden können:</b></p> <p>beschreiben Biodiversität auf verschiedenen Systemebenen (genetische Variabilität, Artenvielfalt, Vielfalt der Ökosysteme) (UF4, UF1, UF2, UF3).</p>

<p><i>Welche Ursachen führen zur Coevolution und welche Vorteile ergeben sich?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Coevolution</li> </ul>	<p>wählen angemessene Medien zur Darstellung von Beispielen zur Coevolution aus und präsentieren die Beispiele (K3, UF2).</p>	<p>Eine Kosten-Nutzen-Analyse wird erstellt.</p> <p>MKR: Verschiedene Beispiele der Coevolution werden anhand einer selbst gewählten medialen Darstellung präsentiert.</p> <p><b>Weitere Kompetenzen, die in diesem Kontext entwickelt werden können:</b></p> <p>beschreiben Biodiversität auf verschiedenen Systemebenen (genetische Variabilität, Artenvielfalt, Vielfalt der Ökosysteme) (UF4, UF1, UF2, UF3).</p>
<p><i>Welchen Vorteil haben Lebewesen, wenn ihr Aussehen dem anderer Arten gleicht?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selektion</li> <li>• Anpassung</li> </ul>	<p>belegen an Beispielen den aktuellen evolutionären Wandel von Organismen [(u.a mithilfe von Daten aus Gendatenbanken)] (E2, E5).</p>	<p>Anhand unterschiedlicher Beispiele wird der Schutz vor Beutegreifern (Mimikry, Mimese, etc.) unter dem Aspekt des evolutiven Wandels von Organismen erarbeitet.</p> <p><b>Kann im GK vertieft werden:</b></p> <p>belegen an Beispielen den aktuellen evolutionären Wandel von Organismen [(u.a mithilfe von Daten aus Gendatenbanken)] (E2, E5).</p>
<p><i>Wie entwickelte sich die Synthetische Evolutionstheorie und ist sie heute noch zu halten?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Synthetische Evolutionstheorie in der historischen Diskussion</li> </ul>	<p>stellen Erklärungsmodelle für die Evolution in ihrer historischen Entwicklung und die damit verbundenen Veränderungen des Weltbilds dar (E7).</p> <p>stellen die Synthetische Evolutionstheorie zusammenfassend dar (UF3, UF4).</p> <p>grenzen die Synthetische Theorie der Evolution gegenüber nicht naturwissenschaftlichen Positionen zur Entstehung von Artenvielfalt ab und nehmen zu diesen begründet Stellung (B2, K4).</p>	<p>Die Faktoren, die zur Entwicklung der Evolutionstheorie führten, werden mithilfe eines wissenschaftlichen Textes kritisch analysiert.</p> <p>Eine vollständige Definition der Synthetischen Evolutionstheorie wird entwickelt.</p> <p>Diskussion über das Thema: Neueste Erkenntnisse der epigenetischen Forschung – Ist die Synthetische Evolutionstheorie noch haltbar?</p> <p>Materialien zu neuesten Forschungsergebnissen der Epigenetik (MAXs – Materialien)</p> <p>An ausgewählten Beispielen wird der Unterschied zwischen wissenschaftlichen und unwissenschaftlichen Belegen gegenübergestellt und Strömungen wie der Kreationismus als klar unwissenschaftliche Denkansätze identifiziert werden.</p>
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstevaluation mit Kompetenzrastern</li> <li>• Überprüfung der erlangten Kompetenzen mit Hilfe von Diagnosbögen</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ggf. Klausur</li> </ul>		

## Unterrichtsvorhaben II: Verhalten – Von der Gruppen zur Multilevel-Selektion

Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?

Inhaltsfeld: Evolution		
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evolution und Verhalten</li> </ul> <p><b>Zeitaufwand:</b> ca. 14 Std. à 45 Minuten (LK) ca. 8 Std. a 45 Minuten (GK)</p>	<p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>UF2</b> zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden.</li> <li>• <b>E7</b> naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.</li> <li>• <b>K4</b> sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.</li> </ul> <p>Statt der hier in Übereinstimmung mit dem Beispiel für einen schulinternen Lehrplan im Netz aufgeführten übergeordneten Kompetenzen können auch die folgenden übergeordneten Kompetenzen schwerpunktmäßig angesteuert werden: <b>UF4, K4</b></p>	
<p><b>Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung</b></p> <p><b>inhaltlicher Aspekte</b></p>	<p><b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p>	<p><b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen (auch <b>Methodencurriculum</b>, <b>Medienpass</b>, <b>Verbraucherbildung</b> und <b>Berufsorientierung</b>)</b></p>
<p><i>Warum setzte sich das Leben in Gruppen trotz intraspezifischer Konkurrenz bei manchen Arten durch?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leben in Gruppen</li> <li>• Kooperation</li> </ul>	<p>erläutern das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen (UF1, UF4).</p> <p>analysieren anhand von Daten die evolutionäre Entwicklung von Sozialstrukturen [(Paarungssysteme,</p>	<p>Verschiedene Kooperationsformen werden anhand von wissenschaftlichen Untersuchungsergebnissen analysiert.</p> <p><b>Kann im Grundkurs als Vertiefung genutzt werden:</b></p>

	Habitatwahl]] unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (E5, UF2, UF4, K4).	analysieren anhand von Daten die evolutionäre Entwicklung von Sozialstrukturen [(Paarungssysteme, Habitatwahl)] unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (E5, UF2, UF4, K4).
<p><i>Welche Vorteile haben die kooperativen Sozialstrukturen für den Einzelnen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evolution der Sexualität</li> <li>• Sexuelle Selektion</li> <li>• Paarungssysteme</li> <li>• Brutpflegeverhalten</li> <li>• Altruismus</li> </ul>	analysieren anhand von Daten die evolutionäre Entwicklung von Sozialstrukturen (Paarungssysteme, Habitatwahl) unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (E5, UF2, UF4, K4).	<p>Zoobesuch: Beobachtungsaufgaben zur evolutionären Entwicklung und Verhalten im Zoo</p> <p><b>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:</b></p> <p><b>Kooperatives Halbjahresprojekt:</b> Quantitative Analyse von Verhaltensweisen unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (Fragebogenstudie) Die Auswertung der Studie erfolgt digital und wird im Plenum präsentiert.</p> <p>BO: Tierpfleger/in, Tiermedizin , Psychologie und Verhaltensforschung</p>
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluationsbogen, Erstellen eines Fragenkatalogs zur Fremd- und Selbstkontrolle, Ampelabfrage,</li> <li>• Überprüfung der erlangten Kompetenzen mit Hilfe von Diagnosebögen</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. Klausur</li> <li>• Halbjahresprojekt</li> </ul>		

## Unterrichtsvorhaben III: Spuren der Evolution

Wie kann man Evolution sichtbar machen?

### Inhaltsfeld: Evolution

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Evolutionsbelege

**Zeitaufwand: 10 Std. à 45 Minuten (LK)**

**6 Std. à 45 Minuten (GK)**

#### Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- **E2** Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern.
- **E3** mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten.

Statt der hier in Übereinstimmung mit dem Beispiel für einen schulinternen Lehrplan im Netz aufgeführten übergeordneten Kompetenzen können auch die folgenden übergeordneten Kompetenzen schwerpunktmäßig angesteuert werden: **UF1, K3, E5**

**Mögliche didaktische Sequenzierung**  
**Leitfragen/ inhaltlicher Aspekte**

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**

Die Schülerinnen und Schüler ...

**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen (auch **Methodencurriculum**, **Medienpass**, **Verbraucherbildung** und **Berufsorientierung**)**

*Wie lassen sich Rückschlüsse auf Verwandtschaft ziehen?*

- Verwandtschaftsbeziehungen
- Divergente und konvergente Entwicklung
- Stellenäquivalenz

deuten Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Merkmalen von Organismen zum Beleg konvergenter und divergenter Entwicklungen (E5).  
erstellen und analysieren Stammbäume anhand von Daten zur Ermittlung der Verwandtschaftsbeziehungen von Arten (E3, E5).  
stellen Belege für die Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie [(u.a. Molekularbiologie)] adressatengerecht dar (K1, K3).

Die Homologiekriterien werden anhand ausgewählter Beispiele erarbeitet und formuliert (u.a. auch Entwicklung von Progressions- und Regressionsreihen). Der Unterschied zur konvergenten Entwicklung wird diskutiert. Beispiele in Bezug auf homologe oder konvergente Entwicklung werden analysiert (Strauß /Nandu, Stachelschwein/ Greifstachler, südamerikanischer /afrikanischer Lungenfisch).

<p>Wie lässt sich evolutiver Wandel auf genetischer Ebene belegen?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Molekularbiologische Evolutionsmechanismen</li> <li>• Epigenetik</li> </ul>	<p>stellen Belege für die Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie (u.a. Molekularbiologie) adressatengerecht dar (K1, K3).</p> <p>beschreiben und erläutern molekulare Verfahren zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen (UF1, UF2).</p> <p>analysieren molekulargenetische Daten und deuten sie mit Daten aus klassischen Datierungsmethoden im Hinblick auf Verbreitung von Allelen und Verwandtschaftsbeziehungen von Lebewesen (E5, E6).</p> <p>belegen an Beispielen den aktuellen evolutionären Wandel von Organismen (u.a. mithilfe von Daten aus Gendatenbanken) (E2, E5).</p>	<p><b>Materialien zu Atavismen, Rudimenten und zur biogenetischen Grundregel (u.a. auch Homöobox-Gene)</b></p> <p>Unterschiedliche molekulargenetische Methoden werden erarbeitet und mit Stammbäumen, welche auf klassischen Datierungsmethoden beruhen, verglichen.</p> <p>Neue Möglichkeiten der Evolutionsforschung werden beurteilt: Sammeln von Pro- und Contra-Argumenten</p> <p>Anhand der Materialien werden Hypothesen zur konvergenten und divergenten Entwicklung entwickelt.</p> <p><b>Kann im GK vertieft werden:</b></p> <p>belegen an Beispielen den aktuellen evolutionären Wandel von Organismen (u.a. mithilfe von Daten aus Gendatenbanken) (E2, E5).</p> <p>MKR: Wissenschaftliche Recherche in Gendatenbanken</p>
<p>Wie lässt sich die Abstammung von Lebewesen systematisch darstellen?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Systematik</li> </ul>	<p>beschreiben die Einordnung von Lebewesen mithilfe der Systematik und der binären Nomenklatur (UF1, UF4).</p> <p>entwickeln und erläutern Hypothesen zu phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Homologien (E3, E5, K1, K4).</p> <p>ordnen den modernen Menschen kriteriengeleitet Primaten zu (UF3).</p>	<p><b>Am Beispiel der Verwandtschaft von Menschen und Menschenaffen werden verschiedene auch molekularbiologische Methoden vorgestellt und bzgl. ihrer Validität diskutiert.</b></p> <p><b>Ergebnisse des Zoobesuchs können als Basis zur Erstellung von Stammbäumen herangezogen werden.</b></p> <p><b>Die Klassifikation von Lebewesen wird eingeführt und die Konstruktion von Stammbäumen mit Hilfe der Average Distance-Methode eingeübt</b></p> <p>Überleitung zur Humanevolution!</p>
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstevaluation mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe</li> <li>• Überprüfung der erlangten Kompetenzen mit Hilfe von Diagnosebögen</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. Klausur</li> </ul>		

- Kommunikationskompetenz

## Unterrichtsvorhaben IV: Humanevolution

Wie entstand der heutige Mensch?

### Inhaltsfeld: Evolution

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Evolution des Menschen

**Zeitaufwand:** 10 Std. à 45 Minuten

#### Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- **UF3** biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen.
- **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.
- **K4** sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.

Statt der hier in Übereinstimmung mit dem Beispiel für einen schulinternen Lehrplan im Netz aufgeführten übergeordneten Kompetenzen können auch die folgenden übergeordneten Kompetenzen schwerpunktmäßig angesteuert werden: **UF3, E7, K4**

Mögliche didaktische Leitfragen/  
Sequenzierung

inhaltlicher Aspekte

Konkretisierte Kompetenzerwartungen des  
Kernlehrplans

Die Schülerinnen und Schüler ...

Didaktisch-methodische Anmerkungen und  
Empfehlungen (auch **Methodencurriculum**, **Medienpass**, **Verbraucherbildung**  
und **Berufsorientierung**)

Wie erfolgte die Evolution des  
Menschen?

- Hominidenevolution

diskutieren wissenschaftliche Befunde (u.a. Schlüsselmerkmale) und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch-konstruktiv (K4, E7).

Die Unterschiede und Gemeinsamkeiten früherer Hominiden und Sonderfälle (Flores, Dmanisi) werden erarbeitet.

Die Hominidenevolution wird anhand von Weltkarten, Stammbäumen, etc. zusammengefasst.

<p><i>Wieviel Neandertaler steckt in uns?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Homo sapiens sapiens und Neandertaler</li> </ul>	<p>diskutieren wissenschaftliche Befunde und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch-konstruktiv (K4, E7).</p>	<p><b>Materialien</b> zu molekularen Untersuchungsergebnissen (Neandertaler, Jetztmensch) Wissenschaftliche Untersuchungen werden kritisch analysiert.</p> <p>Eventuell Exkursion zum Neandertal-Museum (LK)</p> <p><b>Möglichkeit der Vertiefung im LK?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wie kam es zur Geschlechtsspezifität? - Evolution des Y-Chromosoms (erklären mithilfe molekulargenetischer Modellvorstellungen zur Evolution der Genome die genetische Vielfalt der Lebewesen. (K4, E6). )</li> <li>• Wie lässt sich Rassismus biologisch widerlegen? (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).)</li> </ul> <p><b>Aufgrund der aktuellen Situation in unserer Gesellschaft sollte letztere Kompetenz bevorzugt werden und nur in Ausnahmefällen entfallen!</b></p> <p><b>BO: Anthropologie, Archäologie</b></p>
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstevaluation mit Ich-Kompetenzen</li> <li>• Überprüfung der erlangten Kompetenzen mit Hilfe von Diagnosbögen</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ggf. Klausur</li> <li>• Kommunikationskompetenz</li> </ul>		

## Inhaltsfeld Neurobiologie

### Unterrichtsvorhaben V: Grundlagen der neuronalen Informationsverarbeitung

Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie funktioniert es?

#### Inhaltsfeld 4: Neurobiologie

##### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Aufbau und Funktion von Neuronen
- Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung (Teil 1)
- Methoden der Neurobiologie (Teil 1)

**Zeitbedarf:** ca. 12 à 45 Minuten (LK)

ca. 10 a 45 Minuten (Gk)

##### Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können...

- **UF1** biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.
- **UF2** zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden.
- **UF3** biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen.
- **E2** Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern.
- **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.
- **E6** Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen.

Mögliche <i>didaktische Leitfragen/</i> Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen (auch <b>Methodencurriculum</b> , <b>Medienpass</b> , <b>Verbraucherbildung</b> und <b>Berufsorientierung</b> )
<p>Das Neuron - <i>Wie wird ein Reiz im Neuron verarbeitet?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aufbau und Funktion eines Neurons</li> </ul>	<p>beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1).</p>	<p><b>Arbeitsmaterial</b> zum Bau eines Wirbeltierneurons:  <a href="http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialeintrag.php?matId=5371&amp;marker=neuron">http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialeintrag.php?matId=5371&amp;marker=neuron</a></p> <p>SuS knüpfen an Vorwissen aus der Sekundarstufe I an und erweitern und vertiefen ihre Kenntnisse zum Aufbau und der Funktion eines Neurons.</p> <p><b>BA Mikroskopie - Die SuS mikroskopieren mit Dauerpräparaten Nervenzellen und erstellen eine wissenschaftliche Zeichnung</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bioelektrizität</li> <li>Ruhepotential</li> <li>Patch Clamp-Technik</li> </ul>	<p>leiten aus Messdaten der Patch-Clamp-Technik Veränderungen von Ionenströmen durch Ionenkanäle ab und entwickeln dazu Modellvorstellungen (E5, E6, K4).</p>	<p><b>Schaumodell und Legekarten</b> zur Simulation des elektrischen und chemischen Potentials zur Einführung des Ruhepotentials</p> <p>SuS lernen durch den Einsatz eines beweglichen Modells die Grundlagen der Bioelektrizität in Abhängigkeit von der Ionenbeweglichkeit und dem Konzentrationsgradienten kennen.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Aktionspotential</li> <li>Leitungsgeschwindigkeiten</li> <li>Saltatorische und kontinuierliche Erregungsleitung</li> </ul>	<p><b>vergleichen</b> analysieren die Weiterleitung des Aktionspotentials an myelinisierten <b>und nicht myelinisierten</b> Axonen <b>miteinander</b> und stellen diese unter dem Aspekt der Leitungsgeschwindigkeit in einen funktionellen Zusammenhang (UF2, UF3, UF4).</p>	<p><b>Informationstext</b> zu den Einzelkanalexperimenten (Gigaseal) von NEHER und SAKMAN</p> <p><b>Arbeitsblätter</b> zum Experiment von VON HELMHOLTZ zur Bestimmung der Leitungsgeschwindigkeit im Axon</p> <p><b>Arbeitsblätter</b> zu elektrophysiologischen Untersuchungen von HODGKIN und HUXLEY an Riesen-axonen des <i>Loligo</i></p> <p><b>Modelldarstellung</b> zur saltatorischen Erregungsleitung nach Prof. Frings:  <a href="http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/list.php?suche=bioelektrizit%E4t">http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/list.php?suche=bioelektrizit%E4t</a></p>

Mögliche <i>didaktische Leitfragen/</i> Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen (auch <b>Methodencurriculum</b> , <b>Medienpass</b> , <b>Verbraucherbildung</b> und <b>Berufsorientierung</b> )
		<p>Das Material von Prof. Frings ist hervorragend zur Simulation der Erregungsleitung geeignet und bietet die Möglichkeit zur Modellkritik in Bezug auf die Lokalisation des Aktionspotentials.</p> <p><b>MKR: Selbstlernplattform</b> von Mallig :  <a href="http://www.mallig.eduvinet.de/bio/neuron/neuro40.htm">http://www.mallig.eduvinet.de/bio/neuron/neuro40.htm</a>  (letzter Zugriff: 19.05.2016)</p> <p>SuS lernen die Abhängigkeit der Leitungsgeschwindigkeit vom Durchmesser der Neuronen kennen und unterscheiden die kontinuierliche von der saltatorischen Erregungsleitung.</p>
<p>Die Synapse – <i>Wie wird das Signal von Neuron zu Neuron und vom Neuron auf den Muskel übertragen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktion einer chemischen Synapse</li> <li>• erregende und hemmende Synapsen</li> <li>• Frequenz- und Amplitudenmodulation</li> <li>• Verschaltung von Neuronen</li> <li>• Verrechnung von Potentialen (EPSP und IPSP)</li> </ul>	<p>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)</p> <p>erläutern die Verschaltung von Neuronen bei der Erregungsweiterleitung und der Verrechnung von Potentialen mit der Funktion der Synapsen auf molekularer Ebene (UF1, UF3).</p>	<p><b>MKR: Einsatz von selbst erstellten, großen Schaubildern mit beweglichen Einzelteilen</b> zum Aufbau des Wirbeltierneurons und der Synapse als Grundlage für die Erstellung eines Stop-Motion-Videos</p> <p>SuS gewinnen einen ersten Eindruck von der Verschaltung von Neuronen und von der strukturellen und funktionalen Plastizität neuronaler Strukturen.</p> <p><b>Informationstexte</b> zur neuronalen Verrechnung, <b>Partnerpuzzle</b> zur zeitlichen und räumlichen Summation.</p> <p>SuS lernen die Unterschiede zwischen zeitlicher und räumlicher Summation kennen und differenzieren zwischen Aktionspotential, erregendem postsynaptischen Potential und Endplattenpotential.</p> <p><b>Arbeitsblatt</b> zu den verschiedenen Potentialarten:  <a href="http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialei_ntrag.php?matId=5372&amp;marker=Potentialarten">http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialei_ntrag.php?matId=5372&amp;marker=Potentialarten</a></p>

Mögliche <i>didaktische Leitfragen/</i> Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen (auch <b>Methodencurriculum</b> , <b>Medienpass</b> , <b>Verbraucherbildung</b> und <b>Berufsorientierung</b> )
<p>Manipulation des Nervensystems Chancen und Risiken?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• endo- und exogene Stoffe</li> <li>• Neuroenhancer</li> </ul>	<p>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).</p> <p>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, UF4).</p>	<p><b>Informationstexte</b> und <b>Messdaten</b> zu erregenden und hemmenden Neurotransmittern und zu Eigenschaften von Neurotransmittern</p> <p><b>Kooperatives Lernen</b> zu den Angriffspunkten verschiedener Drogen und Gifte. SuS ermitteln die Eigenschaften der Neurotransmitter und präsentieren diese.</p> <p>SuS bearbeiten Texte zu hemmenden und erregenden Gift[en] unter Berücksichtigung von Dosis-Wirkungs-beziehungen (Antidot-Wirkungen)</p> <p>SuS lernen die Wirkungsweise von Neuroenhancern kennen. Diese Kenntnisse ermöglichen es ihnen, eine eigene kritisch reflektierte Position zu beziehen.</p> <p>Die Initiative „Wissenschaft in die Schulen!“ (WIS) bietet eine vollständige Unterrichtsreihe zum Neuro-enhancement an.</p> <p>BO: Medizin - Anästhesie</p>

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- **Modellkritik** zur Fehleranalyse
- **Selbstevaluation mit Ich-Kompetenzen**
- **Überprüfung der erlangten Kompetenzen mit Hilfe von Diagnosbögen**

Leistungsbewertung:

- Bewertung von **Modellen - Modellkritik**
- ggf. **Klausur**

## Unterrichtsvorhaben VI: Fototransduktion

Wie entsteht aus der Erregung durch einfallende Lichtreize ein Sinneseindruck im Gehirn?

### Inhaltsfeld 4: Neurobiologie

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Leistungen der Netzhaut
- Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung (Teil 2)

**Zeitbedarf:** ca. 10 Std. à 45 Minuten (LK)

ca. 6 Std. à 45 Minuten (GK)

#### Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können...

- **E1** selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren.
- **E6** Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen.
- **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren.

Mögliche <i>didaktische Leitfragen/</i> Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen (auch <b>Methodencurriculum</b> , <b>Medienpass</b> , <b>Verbraucherbildung</b> und <b>Berufsorientierung</b> )
<p>Das Auge - <i>Wie werden optische Reize in elektrische Potentiale übersetzt?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktion des Auges</li>   <li>• Fotorezeption</li>   <li>• Laterale Inhibition</li> </ul>	<p>stellen den Vorgang von der durch einen Reiz ausgelösten Erregung von Sinneszellen bis zur Entstehung des Sinneseindrucks bzw. der Wahrnehmung im Gehirn unter Verwendung fachspezifischer Darstellungsformen in Grundzügen dar (K1, K3).</p> <p><u>Erläutern den Aufbau und die Funktion der Netzhaut unter den Aspekten der Farb- und Kontrastwahrnehmung (UF3, UF4).</u></p>	<p><b>Informationstext</b> zum Aufbau eines Säugetierauges und zur Funktion der Bestandteile</p> <p><b>Sezieren</b> eines Schweineauges in Einzelarbeit mit Hilfe einer <b>Anleitung</b> und einem <b>Arbeitskatalog</b>:  <a href="http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/list.php?suche=schweineauge">http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/list.php?suche=schweineauge</a></p> <p><u><a href="#">Arbeitsblatt zum Aufbau der Netzhaut</a></u></p> <p><u><a href="#">Informationsmaterial zu den Zapfentypen und der additiven Farbmischung</a></u></p> <p><u><a href="#">YouTube: Stichworte</a></u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u><a href="#">Additive Farbmischung Experiment</a></u></li> <li>• <u><a href="#">Additive und subtraktive Farbmischung</a></u></li> <li>• <u><a href="#">Weißes Licht</a></u></li> </ul> <p>SuS erarbeiten anhand der Perimeterexperimente die Verteilung der Zapfen und Stäbchen auf der Netzhaut.</p> <p>Zum Thema Farbensehen (z. B. Netzhaut, Zapfentypen etc.) können Referate gehalten werden.</p>

Mögliche <i>didaktische Leitfragen/</i> Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen (auch <b>Methodencurriculum</b> , <b>Medienpass</b> , <b>Verbraucherbildung</b> und <b>Berufsorientierung</b> )
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fototransduktion</li> <li>• <i>second messenger</i></li> <li>• Reaktionskaskade</li> </ul>	<p>Stellen die Veränderung der Membranspannung an Lichtsinneszellen anhand von Modellen dar und beschreiben die Bedeutung des <i>second messengers</i> und der Reaktionskaskade bei der Fototransduktion (E6, E1).</p> <p>GK: Stellen das Prinzip von Signaltransduktion an einem Rezeptor anhand von Modellen dar (E6,UF1, UF2)</p>	<p>SuS beschreiben die Wirkung des HERMANNSCHEM Gitters und erklären dieses Phänomen unter Berücksichtigung der Verrechnung von Signalen über Rezeptortypen.</p> <p>SuS definieren den Begriff „Transduktion“ aus der Sicht der Neurobiologie und Zellbiologie im Sinne der Umwandlung eines äußeren Reizes in ein physiologisches Signal (Fototransduktion) und als Übermittlung eines Signals in eine Zelle über die Zellmembran hinweg mittels <i>second messenger</i> (Signaltransduktion).</p> <p>Ggf. können auch Augenoperationen zu Themen wie Grauer oder Grüner Star, Makuladegeneration oder Hornhautveränderungen in Form von Referaten oder als Facharbeit berücksichtigt werden.</p> <p><b>BO: Augenmedizin</b></p>

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- Sezieren mit anschließender Fehleranalyse
- Selbstevaluation mit Ich-Kompetenzen
  - Überprüfung der erlangten Kompetenzen mit Hilfe von Diagnosebögen

Leistungsbewertung:

- schriftliche Übungen
- Kommunikationskompetenzen
- ggf. Klausur

## Unterrichtsvorhaben VII (optional): Aspekte der Hirnforschung

Welche Faktoren beeinflussen unser Gehirn?

### Inhaltsfeld 4: Neurobiologie

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Plastizität und Lernen
- Methoden der Neurobiologie (Teil 2)

**Zeitbedarf:** ca. 10 Std. à 45 Minuten (GK und LK)

#### Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können...

- **UF4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.
- **K2** zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen.
- **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren.
- **B1** fachliche, wirtschaftlich-politische und moralische Kriterien bei Bewertungen von biologischen und biotechnischen Sachverhalten unterscheiden und angeben.
- **B2** 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** an Beispielen von Konfliktsituationen mit biologischem Hintergrund kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten.
- **B4** begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.

Mögliche <i>didaktische Leitfragen/</i> Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenz- erwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen (auch <b>Methodencurriculum</b> , <b>Medienpass</b> , <b>Verbraucherbildung</b> und <b>Berufsorientierung</b> )
<p>Das Gehirn – <i>Wie erfolgt die Informationsverarbeitung und -speicherung?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau des Gehirns</li> <li>• Hirnfunktionen</li> <li>• Methoden der Neurobiologie (PET, fMRT)</li> <li>• Lernen und Gedächtnis</li> <li>• Neuronale Plastizität</li> </ul>	<p><b>Folgende Kompetenzen können noch mit dem GK und LK entwickelt werden:</b></p> <p>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).</p> <p>stellen aktuelle Modellvorstellungen zum Gedächtnis auf anatomisch-physiologischer Ebene dar (K3, B1).</p> <p>erklären den Begriff der Plastizität anhand geeigneter Modelle und leiten die Bedeutung für ein lebenslanges Lernen ab (E6, UF4).</p>	<p><b>Informationsmaterial</b> zum Aufbau des Gehirns (funktionelle Anatomie) MKR: <a href="http://www.deinGehirn.de">www.deinGehirn.de</a> – Arbeiten mit 3d -Animationen</p> <p><b>Expertenquartett</b> zum Aufbau des Gehirns mit anschließender Präsentation <a href="https://www.planet-schule.de/%20wissenspool/dein_gehirn/inhalt.html">https://www.planet-schule.de/%20wissenspool/dein_gehirn/inhalt.html</a> (letzter Zugriff: 19.05.2016)</p> <p><b>Partnerpuzzle</b> zu verschiedenen Neuroimaging Methoden, u .a. PET und fMRT <b>Informationsmaterialien</b> zu Modellvorstellungen zum Gedächtnis z. B auf der Grundlage des <b>Skripts</b> „Lernen und Gedächtnis“ (M. BRAND / H. J. MARKOWITSCH) <a href="http://www3.hhu.de/biodidaktik/gehirn/doc/markowits.pdf">http://www3.hhu.de/biodidaktik/gehirn/doc/markowits.pdf</a> (letzter Zugriff: 16.06.16)</p> <p><b>YouTube</b>, Stichworte: Markowitsch Gedächtnis</p> <p><b>Websites:</b> <a href="http://www3.hhu.de/biodidaktik/gehirn/html/start.htm">http://www3.hhu.de/biodidaktik/gehirn/html/start.htm</a> <a href="http://www.gehirnlernen.de/gehirn/plastizit%C3%A4t/">http://www.gehirnlernen.de/gehirn/plastizit%C3%A4t/</a> (letzter Zugriff: 12.09.2016)</p> <p><b>Tests</b> zum Lernen und zum Gedächtnis</p>

Mögliche <i>didaktische Leitfragen/</i> Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenz- erwartungen des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen (auch <b>Methodencurriculum</b> , <b>Medienpass</b> , <b>Verbraucherbildung</b> und <b>Berufsorientierung</b> )
		<a href="http://braintest.sommer-sommer.com/de/">http://braintest.sommer-sommer.com/de/</a> <a href="http://neuronation.spiegel.de/web/testbrain">http://neuronation.spiegel.de/web/testbrain</a> (letzter Zugriff: 19.05.2016)
<p>Neuronale Regulation - <i>Wie reagiert der Körper auf verschiedene Reize?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>zentrales Nervensystem, peripheres Nervensystem (vegetatives NS und somatisches NS)</li> <li>vegetatives NS – Sympathikus und Parasympathikus</li> <li>Reflexe – Eigen- und Fremd- reflexe</li> <li>Willkürliche und unwillkürliche Bewegungen</li> <li>Reiz-Reaktionsschema</li> </ul>	<p>erklären die Rolle von Sympathikus und Parasympathikus bei der neuronalen und hormonellen Regelung von physiologischen Funktionen an Beispielen (UF4, E6, UF2, UF1).</p>	<p><b>Experiment:</b> Simulation zur antagonistischen Arbeitsweise von Sympathikus und Parasympathikus: Kaltwasser-Stresstest (Ermittlung des Blutdrucks und Pulsschlags in Abhängigkeit von der Zeit)</p> <p><b>Informationsblatt</b> zum Sympathikus und Parasympathikus</p> <p><b>Versuch</b> in Gruppenarbeit: Messung der Leitungsgeschwindigkeit der Erregung beim Patella-Reflex (Muskeldehnungsreflex) in: <b>Unterricht Biologie 228 (1997)</b> oder qualitative Untersuchung: <a href="http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialei&lt;br/&gt;ntrag.php?matId=5375&amp;marker=quadripes">http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialei ntrag.php?matId=5375&amp;marker=quadripes</a></p> <p><b>Linealexperiment</b> in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern</p> <p><b>Legekarten</b> zur Erstellung eines Reiz-Reaktions-Schemas: <a href="http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialei&lt;br/&gt;ntrag.php?matId=5365&amp;marker=Reiz">http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialei ntrag.php?matId=5365&amp;marker=Reiz</a></p>
<p>Stressreaktion – <i>Auf welche Weise interagieren Nerven- und Hormonsystem?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einfluss von Stress</li> </ul>		<p><b>Vorbereitung auf die Abiturprüfung:</b>  Sinnvolle Lernstrategien und Umgang mit Stress sollen thematisiert und sinnvolle Handlungsoptionen abgeleitet werden</p>

Mögliche <i>didaktische Leitfragen/</i> Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenz- erwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen (auch <b>Methodencurriculum</b> , <b>Medienpass</b> , <b>Verbraucherbildung</b> und <b>Berufsorientierung</b> )
		BO: Medizin - Neurologie

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- **Methodendiskussion** zur Pro-/Contra-Diskussion nach vorgegebenen Kriterien und nach Bewertungsbogen
- **Kartenabfrage** zum Aufbau des Gehirns
  - Überprüfung der erlangten Kompetenzen mit Hilfe von Diagnosbögen

Leistungsbewertung:

- **Pro-/Contra-Diskussion** nach vorgegebenen Kriterien
- **Präsentationen**
- ggf. **Klausur**

## 5. Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit

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

### Überfachliche Grundsätze:

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

### Fachliche Grundsätze:

- 15.) Der Biologieunterricht orientiert sich an den im gültigen Kernlehrplan ausgewiesenen, obligatorischen Kompetenzen.
- 16.) Der Biologieunterricht ist problemorientiert und an Unterrichtsvorhaben und Kontexten ausgerichtet.
- 17.) Der Biologieunterricht ist lerner- und handlungsorientiert, d.h. im Fokus steht das Erstellen von Lernprodukten durch die Lerner.
- 18.) Der Biologieunterricht ist kumulativ, d.h. er knüpft an die Vorerfahrungen und das Vorwissen der Lernenden an und ermöglicht das Erlernen von neuen Kompetenzen.
- 19.) Der Biologieunterricht fördert vernetzendes Denken und zeigt dazu eine über die verschiedenen Organisationsebenen bestehende Vernetzung von biologischen Konzepten und Prinzipien mithilfe von Basiskonzepten auf.
- 20.) Der Biologieunterricht folgt dem Prinzip der Exemplarität und gibt den Lernenden die Gelegenheit, Strukturen und Gesetzmäßigkeiten möglichst anschaulich in den ausgewählten Problemen zu erkennen.
- 21.) Der Biologieunterricht bietet nach Produkt-Erarbeitungsphasen immer auch Phasen der Metakognition, in denen zentrale Aspekte von zu erlernenden Kompetenzen reflektiert werden.
- 22.) Der Biologieunterricht ist in seinen Anforderungen und im Hinblick auf die zu erreichenden Kompetenzen für die Lerner transparent.
- 23.) Im Biologieunterricht werden Diagnoseinstrumente zur Feststellung des jeweiligen Kompetenzstandes der Schülerinnen und Schüler durch die Lehrkraft, aber auch durch den Lerner selbst eingesetzt.
- 24.) Der Biologieunterricht bietet immer wieder auch Phasen der Übung.
- 25.) Der Biologieunterricht bietet die Gelegenheit zum selbstständigen Wiederholen und Aufarbeiten von verpassten Unterrichtsstunden. Hierzu ist ein (geschlossener) virtueller Arbeitsraum auf der Lernplattform Moodle angelegt, in dem sowohl Protokolle und eine Linkliste mit „guten Internetseiten“ als auch die im Kurs verwendeten Arbeitsblätter bereitgestellt werden.

## 5.1 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 nachfolgenden Absprachen stellen die Minimalanforderungen an das lerngruppenübergreifende gemeinsame Handeln der Fachgruppenmitglieder dar. Bezogen auf die einzelne Lerngruppe kommen ergänzend weitere der in den Folgeabschnitten genannten Instrumente der Leistungsüberprüfung zum Einsatz.

### Arbeit mit Diagnosebögen

Nach jedem o.g. Unterrichtsvorhaben wird mit Hilfe von Multiple-Choice-Tests erfasst, inwieweit die Schülerinnen und Schüler die notwendigen Kompetenzen entwickelt haben, um bei auffälligen Defiziten frühzeitig, in Absprache mit der Schülerin bzw. dem Schüler, Förderungsmaßnahmen zu treffen.

### 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

### Beurteilungsbereich: Klausuren

#### Einführungsphase:

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

#### Qualifikationsphase 1:

2 Klausuren pro Halbjahr (je 135 Minuten im GK und je 180 Minuten im LK), wobei in einem Fach die erste Klausur im 2. Halbjahr durch 1 Facharbeit ersetzt werden kann bzw. muss.

### **Qualifikationsphase 2.1:**

2 Klausuren pro Halbjahr (je 180 Minuten im GK und je 225 Minuten im LK).

### **Qualifikationsphase 2.2:**

1 Klausur, die – was den formalen Rahmen angeht – unter Abiturbedingungen geschrieben wird.

Die Leistungsbewertung in den Klausuren wird mit Blick auf die schriftliche Abiturprüfung mit Hilfe eines Kriterienrasters („Erwartungshorizont“) durchgeführt, welches neben den inhaltsbezogenen Teilleistungen auch darstellungsbezogene Leistungen ausweist. Dieses Kriterienraster wird den korrigierten Klausuren beigelegt bzw. sehr genau im Unterricht besprochen und Schülerinnen und Schülern auf diese Weise transparent gemacht.

Die Zuordnung der Hilfspunkte zu den Notenstufen orientiert sich in der Qualifikationsphase am Zuordnungsschema des Zentralabiturs. Die Note ausreichend soll bei Erreichen von ca. 50 % der Hilfspunkte erteilt werden. Eine Absenkung der Note kann gemäß APO-GOST bei häufigen Verstößen gegen die Sprachrichtigkeit vorgenommen werden.

### **Grundsätze der Leistungsrückmeldung und Beratung:**

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

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

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

## **5.2 Lehr- und Lernmittel**

Die SuS nutzen sowohl im LK als auch im GK Das Lehrwerk Biologie heute aus dem Schroedel-Verlag.

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten die im Unterricht behandelten Inhalte in häuslicher Arbeit nach. Zu ihrer Unterstützung erhalten sie dazu:

- a) eine Link-Liste „guter“ Adressen
- b) eine Angabe über relevante Buchseiten im Lehrbuch
- c) Ein Einblick über die Inhalte der Stunde über Moodle oder Teams.

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

**Der Lehrplannavigator:**

<http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-s-ii/>

**Die Materialdatenbank:**

<http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/materialdatenbank/>

**Die Materialangebote von SINUS-NRW:**

<http://www.standardsicherung.nrw.de/sinus/>

## 6. Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen

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

### Fortbildungskonzept

Die im Fach Biologie in der gymnasialen Oberstufe unterrichtenden Kolleginnen und Kollegen nehmen nach Möglichkeit regelmäßig an Fortbildungsveranstaltungen der umliegenden Universitäten, Zoos oder der 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. **Zudem wird ein großer Wert auf innerkollegiale Fortbildung gelegt, in der sich die Kolleginnen und Kollegen untereinander über gelingenden Unterricht und seine Qualitätskriterien verständigen. Durch eine enge Kooperation mit dem Zentrum für schulpraktische Lehrerbildung in Krefeld werden regelmäßig Kolleginnen und Kollegen sowie Referendarinnen und Referendare am RHG über die entsprechenden Fachleitungen im Fachbereich Biologie weitergebildet.**

### Vorbereitung auf die Erstellung der Facharbeit

Um eine einheitliche Grundlage für die Erstellung und Bewertung der Facharbeiten in der Jahrgangsstufe Q1 zu gewährleisten, findet im Vorfeld des Bearbeitungszeitraums ein fachübergreifender Projekttag statt, gefolgt von einem Besuch einer Universitätsbibliothek, damit die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeiten für Recherchen kennenlernen. Die AG Facharbeit hat schulinterne Richtlinien für die Erstellung einer wissenschaftlichen Arbeit angefertigt, die die unterschiedlichen Arbeitsweisen in den wissenschaftlichen Fachbereichen berücksichtigt. Im Verlauf eines Projekttag werden den Schülerinnen und Schülern in einer zentralen Veranstaltung und in Gruppen diese schulinternen Kriterien vermittelt.

## 7. Qualitätssicherung und Evaluation

### Evaluation des schulinternen Curriculums

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

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

Die vorliegende Checkliste wird als Instrument einer solchen Bilanzierung genutzt. Sie ermöglicht es, den Ist-Zustand bzw. auch Handlungsbedarf in der fachlichen Arbeit festzustellen und zu dokumentieren, Beschlüsse der Fachkonferenz zur Fachgruppenarbeit in übersichtlicher Form festzuhalten sowie die Durchführung der Beschlüsse zu kontrollieren und zu reflektieren.

Bedingungen und Planungen der Fachgruppenarbeit		Ist-Zustand Auffälligkeiten	Änderungen/ Konsequenzen/ Perspektivplanung	Wer (Verantwortlich)	Bis wann (Zeitrahmen)
<b>Funktionen</b>					
Fachvorsitz					
Stellvertretung					
Sammlungsleitung					
Gefahrenstoffbeauftragung			Fristen beachten!		
Sonstige Funktionen (im Rahmen der schulprogrammatischen fächerübergreifenden Schwerpunkte)					
<b>Ressourcen</b>					
personell	Fachlehrkräfte				
	Lerngruppen				
	Lerngruppengröße				
	...				
räumlich	Fachräume				
	Bibliothek				
	Computerraum				
	Raum für Fachteamarbeit				
	Sammlungsraum				
materiell/ sachlich	Lehrwerke				
	Fachzeitschriften				
	Ausstattung mit Demonstrationsexperimenten				
	Ausstattung mit Schülerexperimenten				
zeitlich	Abstände Fachteamarbeit				
	Dauer Fachteamarbeit				

<b>Modifikation Unterrichtsvorhaben u. a. im Hinblick auf die Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung</b>					
<b>Leistungsbewertung/ Einzelinstrumente</b>					
Klausuren					
Facharbeiten					
<b>Kurswahlen</b>					
Grundkurse					
Leistungskurse					
Projektkurse					
<b>Leistungsbewertung/Grundsätze</b>					
sonstige Mitarbeit					
<b>Arbeitsschwerpunkt(e) SE</b>					
<b>fachintern</b>					
- kurzfristig (Halbjahr)					
- mittelfristig (Schuljahr)					
- langfristig					
<b>fachübergreifend</b>					
- kurzfristig					
- mittelfristig					
- langfristig					
...					
<b>Fortbildung</b>					
<b>Fachspezifischer Bedarf</b>					

- kurzfristig				
- mittelfristig				
- langfristig				
<b>Fachübergreifender Bedarf</b>				
- kurzfristig				
- mittelfristig				
- langfristig				
...				

