

**Schulinterner Lehrplan  
zum Kernlehrplan für die gymnasiale Oberstufe**

**Biologie**



# 1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

Das Heinrich-Mann-Gymnasium liegt im Norden Kölns. Exkursionen können innerhalb Kölns, aber auch ins übrige Rheinland problemlos mit dem öffentlichen Nahverkehr durchgeführt werden. Das Schulgebäude verfügt über drei Biologiefachräume. Die Fachschaftssammlung ist mit ausreichender Anzahl regelmäßig gewarteter Lichtmikroskope und Fertigpräparate zu verschiedenen Zell und Gewebetypen ausgestattet. Zudem verfügt die Sammlung über verschiedene Modelle (u.a. DNA-Modell) und Analyse-Koffer zur physikalischen und chemischen Untersuchung von Gewässern. Die Fachkonferenz Biologie stimmt sich bezüglich in der Sammlung vorhandener Gefahrstoffe mit der dazu beauftragten Lehrkraft der Schule ab.

Jeder Fachraum ist mit einem Beamer ausgestattet, in einem Fachraum befindet sich zusätzlich ein Smartboard. Für größere Projekte stehen auch fünf Informatikräume mit jeweils etwa 15 Computern sowie mobile Tablets zur Verfügung, die im Vorfeld reserviert werden müssen. Die Lehrerberesetzung und die übrigen Rahmenbedingungen der Schule ermöglichen einen ordnungsgemäßen laut Stundentafel der Schule vorgesehen Biologieunterricht.

In der Oberstufe befinden sich durchschnittlich ca. 130 Schülerinnen und Schüler in jeder Stufe. Das Fach Biologie ist in der Einführungsphase in der Regel mit 3 – 4 Grundkursen vertreten, wobei insbesondere Seiteneinsteiger, z. T. mit Migrationshintergrund, dieses Fach gerne belegen. In der Qualifikationsphase können auf Grund der Schülerwahlen in der Regel 2 – 3 Grundkurse und 1-2 Leistungskurse gebildet werden.

Der Unterricht findet in Einheiten á 67,5 Minuten statt. Die Verteilung der Wochenstundenzahlen in der Sekundarstufe I und II ist wie folgt:

<b>Jg.</b>	<b>Unterrichtseinheiten Fachunterricht von 5 bis 6</b>
<b>5</b>	1
<b>6</b>	0,5
	<b>Fachunterricht von 7 bis 9</b>
<b>7</b>	0,5
<b>8</b>	0,5
<b>9</b>	1

<b>10</b>	1
	<b>Fachunterricht in der EF und in der QPh</b>
<b>EF</b>	2
<b>Q1</b>	2/3,33
<b>Q2</b>	2/3,33

In nahezu allen Unterrichtsvorhaben wird den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit gegeben, Schülerexperimente durchzuführen; damit wird eine Unterrichtspraxis aus der Sekundarstufe I fortgeführt. Insgesamt werden überwiegend kooperative, die Selbstständigkeit des Lerners fördernde Unterrichtsformen genutzt, sodass ein individualisiertes Lernen in der Sekundarstufe II kontinuierlich unterstützt wird. Hierzu eignen sich besonders Doppelstunden. Um die Qualität des Unterrichts nachhaltig zu entwickeln, vereinbart die Fachkonferenz vor Beginn jedes Schuljahres neue unterrichtsbezogene Entwicklungsziele. Aus diesem Grunde wird am Ende des Schuljahres überprüft, ob die bisherigen Entwicklungsziele weiterhin gelten und ob Unterrichtsmethoden, Diagnoseinstrumente und Fördermaterialien ersetzt oder ergänzt werden sollen. 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 Vielfältigkeit, Nachhaltigkeit, Umgang mit dem eigenen Körper und ethische Grundsätze.

## 2 Entscheidungen zum Unterricht

### 2.1 Unterrichtsvorhaben

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

Die entsprechende Umsetzung erfolgt auf zwei Ebenen: der Übersichts- und der Konkretisierungsebene.

Im „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 2.1.1) werden die für alle Lehrerinnen und Lehrer 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 für die Lehrkräfte herzustellen und die Übersichtlichkeit zu gewährleisten, werden in der Kategorie „Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung“ an dieser Stelle nur die übergeordneten Kompetenzerwartungen ausgewiesen, während die konkretisierten Kompetenzerwartungen erst auf der Ebene der möglichen konkretisierten Unterrichtsvorhaben Berücksichtigung finden. Der ausgewiesene Zeitbedarf versteht sich als grobe Orientierungsgröße, die nach Bedarf über- oder unterschritten werden kann. Um Spielraum für Vertiefungen, besondere Schülerinteressen, aktuelle Themen bzw. die Erfordernisse anderer besonderer Ereignisse (z.B. Praktika, Kursfahrten o.ä.) zu erhalten, wurden im Rahmen dieses schulinternen Lehrplans nicht alle Unterrichtseinheiten der Bruttounterrichtszeit verplant.

Während der Fachkonferenzbeschluss zum „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ zur Gewährleistung vergleichbarer Standards sowie zur Absicherung von Lerngruppen- und Lehrkraftwechseln für alle Mitglieder der Fachkonferenz Bindekraft entfalten soll, besitzt die exemplarische Ausgestaltung „möglicher konkretisierter Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 2.1.2) abgesehen von den in der vierten Spalte im Fettdruck hervorgehobenen verbindlichen Fachkonferenzbeschlüssen nur 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 didaktisch-methodischen Zugängen, fächerübergreifenden Kooperationen, Lernmitteln und -orten sowie vorgesehenen Leistungsüberprüfungen, die im Einzelnen auch den Kapiteln 2.2 bis 2.4 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.

## 2.1.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben

Einführungsphase	
<p><u>Unterrichtsvorhaben I:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> Kein Leben ohne Zelle I – <i>Wie sind Zellen aufgebaut und organisiert?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF1 Wiedergabe</li> <li>• UF2 Auswahl</li> <li>• K1 Dokumentation</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> IF 1 (Biologie der Zelle)</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Zellaufbau ♦ Stofftransport zwischen Kompartimenten (Teil 1)</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 10 UStd.</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben II:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> Erforschung der Biomembran – <i>Welche Bedeutung haben technischer Fortschritt und Modelle für die Forschung?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• K1 Dokumentation</li> <li>• K2 Recherche</li> <li>• K3 Präsentation</li> <li>• E3 Hypothesen</li> <li>• E6 Modelle</li> <li>• E7 Arbeits- und Denkweisen</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> IF 1 (Biologie der Zelle)</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Biomembranen ♦ Stofftransport zwischen Kompartimenten (Teil 2)</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 15 UStd.</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben III:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> Kein Leben ohne Zelle II – <i>Welche Bedeutung haben Zellkern und Nukleinsäuren für das Leben?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF4 Vernetzung</li> <li>• E1 Probleme und Fragestellungen</li> <li>• K4 Argumentation</li> <li>• B4 Möglichkeiten und Grenzen</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> IF 1 (Biologie der Zelle)</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Funktion des Zellkerns ♦ Zellverdopplung und DNA</li> </ul>	<p><u>Unterrichtsvorhaben IV:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> Enzyme im Alltag – <i>Welche Rolle spielen Enzyme in unserem Leben?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• E2 Wahrnehmung und Messung</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• E5 Auswertung</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> IF 2 (Energistoffwechsel)</p>

<p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 10 UStd.</p>	<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> ♦ Enzyme</p> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 15 UStd.</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben V:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> Biologie und Sport – <i>Welchen Einfluss hat körperliche Aktivität auf unseren Körper?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• B1 Kriterien</li> <li>• B2 Entscheidungen</li> <li>• B3 Werte und Normen</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> IF 2 (Energiestoffwechsel)</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> ♦ Dissimilation ♦ Körperliche Aktivität und Stoffwechsel</p> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 18 UStd.</p>	
<p><b>Summe Einführungsphase: 46 Doppelstunden</b></p>	

## 2.1.2 Mögliche Konkretisierte Unterrichtsvorhaben

### Einführungsphase:

**Hinweis:** Thema, Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte und Kompetenzen hat die Fachkonferenz verbindlich vereinbart. In allen anderen Bereichen sind Abweichungen von den vorgeschlagenen Vorgehensweisen bei der Konkretisierung der Unterrichtsvorhaben möglich. Darüber hinaus enthält dieser schulinterne Lehrplan in den Kapiteln 2.2 bis 2.4 übergreifende sowie z.T. auch jahrgangsbezogene Absprachen zur fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit, zur Leistungsbewertung und zur Leistungsrückmeldung. Je nach internem Steuerungsbedarf können solche Absprachen auch vorhabenbezogen vorgenommen werden.

### Inhaltsfeld: IF 1 Biologie der Zelle

- **Unterrichtsvorhaben I:** Kein Leben ohne Zelle I – *Wie sind Zellen aufgebaut und organisiert?*
- **Unterrichtsvorhaben II:** Erforschung der Biomembran – *Welche Bedeutung haben technischer Fortschritt und Modelle für die Forschung?*
- **Unterrichtsvorhaben III:** Kein Leben ohne Zelle II – *Welche Bedeutung haben Zellkern und Nukleinsäuren für das Leben?*

### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Zellaufbau
- Biomembranen
- Stofftransport zwischen Kompartimenten
- Funktion des Zellkerns
- Zellverdopplung und DNA

### Basiskonzepte:

#### System

Prokaryot, Eukaryot, Biomembran, Zellorganell, Zellkern, Chromosom, Makromolekül, Cytoskelett, Transport, Zelle, Gewebe, Organ, Plasmolyse

#### Struktur und Funktion

Cytoskelett, Zelldifferenzierung, Zellkompartimentierung, Transport, Diffusion, Osmose, Zellkommunikation, Tracer

#### Entwicklung

Endosymbiose, Replikation, Mitose, Zellzyklus, Zelldifferenzierung

**Zeitbedarf:** ca. 35 Std. à 67,5 Minuten

**Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:**

<b>Unterrichtsvorhaben I:</b> <b>Thema/Kontext:</b> Kein Leben ohne Zelle I – <i>Wie sind Zellen aufgebaut und organisiert?</i>			
<b>Inhaltsfeld:</b> IF 1 Biologie der Zelle			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zellaufbau</li> <li>• Stofftransport zwischen Kompartimenten (Teil 1)</li> </ul> <b>Zeitbedarf:</b> ca. 10 UStd.		<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</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</b>  Möglichst selbstständiges Aufarbeiten des Basiswissens.
Zelltheorie – <i>Wie entsteht aus einer zufälligen Beobachtung eine wissenschaftliche Theorie?</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelltheorie</li> <li>• Organismus, Organ, Gewebe, Zelle</li> </ul>	stellen den wissenschaftlichen Erkenntniszuwachs zum Zellaufbau durch technischen Fortschritt an Beispielen (durch Licht-, Elektronen- und Fluoreszenzmikroskopie) dar (E7).	<b>Advance Organizer</b> zur Zelltheorie  <b>Gruppenpuzzle</b> vom technischen Fortschritt und der Entstehung einer Theorie	Zentrale Eigenschaften naturwissenschaftlicher Theorien ( <i>Nature of Science</i> ) werden beispielhaft erarbeitet.
<i>Was sind pro- und eukaryotische Zellen und worin unterscheiden sie sich grundlegend?</i>	beschreiben den Aufbau pro- und eukaryotischer Zellen und stellen die Unterschiede	<b>elektronenmikroskopische Bilder</b> sowie <b>2D-Modelle</b> zu tierischen, pflanzlichen und bakteriellen Zellen	Gemeinsamkeiten und Unterschiede der verschiedenen Zellen werden erarbeitet. EM-

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau pro- und eukaryotischer Zellen</li> </ul>	<p>heraus (UF3).</p>		<p>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>präsentieren adressatengerecht die Endosymbiontentheorie mithilfe angemessener Medien (K3, K1, 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 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>Erkenntnisse werden in einem Protokoll dokumentiert.</p> <p>Analogien zur Dichtegradientenzentrifugation werden erläutert.</p> <p>Hierzu könnte man wie folgt vorgehen: Eine „Adressatenkarte“ wird per Zufallsprinzip ausgewählt. Auf dieser erhalten die SuS Angaben zu ihrem fiktiven Adressaten (z.B. Fachlehrkraft, fachfremde Lehrkraft, Mitschüler/in, SI-Schüler/in etc.). Auf diesen richten sie ihr Lernprodukt aus. Zum Lernprodukt gehört das Medium (Flyer, Plakat, Podcast etc.) selbst und eine stichpunktartige Erläuterung der berücksichtigten Kriterien.</p>
<p>Zelle, Gewebe, Organe, Organis-</p>	<p>ordnen differenzierte Zellen</p>	<p><b>Mikroskopieren</b> von verschiedenen Zellty-</p>	<p><b>Verbindlicher Beschluss der</b></p>

<p>men – Welche Unterschiede bestehen zwischen Zellen, die verschiedene Funktionen übernehmen?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelldifferenzierung</li> </ul>	<p>auf Grund ihrer Strukturen spezifischen Geweben und Organen zu und erläutern den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (UF3, UF4, UF1).</p>	<p>pen</p>	<p><b>Fachkonferenz: Mikroskopieren von Präparaten verschiedener Zelltypen.</b></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 am Ende der Unterrichtsreihe (Überprüfen der Kompetenzen im Vergleich zum Start der Unterrichtsreihe)</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Schriftliche Übung</i> (z.B. multiple-choice-Tests zu Zelltypen und Struktur und Funktion von Zellorganellen)</li> <li>• ggf. Teil einer Klausur</li> </ul>			

**Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:**

<p><b>Unterrichtsvorhaben II:</b> <b>Thema/Kontext:</b> Erforschung der Biomembran – <i>Welche Bedeutung haben technischer Fortschritt und Modelle für die Forschung?</i></p>	
<p><b>Inhaltsfeld:</b> IF 1 (Biologie der Zelle)</p>	
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biomembranen</li> <li>• Stofftransport zwischen Kompartimenten (Teil 2)</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 15 UStd.</p>	<p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> Die Schülerinnen und Schüler können ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>K1</b> Fragestellungen, Untersuchungen, Experimente und Daten strukturiert dokumentieren, auch mit Unterstützung digitaler Werkzeuge.</li> <li>• <b>K2</b> in vorgegebenen Zusammenhängen kriteriengeleitet biologisch-technische Fragestellungen mithilfe von Fachbüchern und anderen Quellen bearbeiten.</li> <li>• <b>K3</b> biologische Sachverhalte, Arbeitsergebnisse und Erkenntnisse adressatengerecht sowie formal, sprachlich und fachlich korrekt in Kurzvorträgen oder kurzen Fachtexten darstellen.</li> <li>• <b>E3</b> zur Klärung biologischer Fragestellungen Hypothesen formulieren und Möglichkeiten zu ihrer Überprüfung angeben.</li> <li>• <b>E6</b> Modelle zur Beschreibung, Erklärung und Vorhersage biologischer Vorgänge begründet auswählen und deren Grenzen und Gültigkeitsbereiche angeben.</li> <li>• <b>E7</b> an ausgewählten Beispielen die Bedeutung, aber auch die Vorläufig-</li> </ul>



		<p>regulatorischer Vorgänge</p> <p><b>Informationsblatt</b> zu Anforderungen an ein Lernplakat (siehe LaBudde 2010)</p> <p><b>Checkliste</b> zur Bewertung eines Lernplakats</p> <p><b>Arbeitsblatt</b> mit Regeln zu einem sachlichen Feedback</p>	<p>se, Niere) für Osmoregulation werden recherchiert.</p> <p><b>Verbindlicher Fachkonferenzbeschluss:</b> <b>themenbezogenes Lernplakat wird kriteriengeleitet erstellt.</b></p> <p>Lernplakate werden gegenseitig beurteilt und diskutiert.</p>
<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> <li>Modelle zu Phospholipiden in Wasser</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>
<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)</li> </ul> <p>- Bilayer-Modell</p>	<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>Plakat(e)</b> zu Biomembranen</p> <p><b>Versuche</b> von Gorter und Grendel mit</p>	<p><b>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:</b> <b>Durchführung eines wissenschaftspropädeutischen Schwerpunktes zur Erforschung der Biomembranen.</b></p> <p>Folgende Vorgehensweise wird empfohlen: Der wissenschaftliche Erkenntniszuwachs wird in</p>

<p>- Sandwich-Modelle</p>		<p>Erythrozyten (1925) zum Bilayer-Modell</p> <p><b>Arbeitsblatt</b> zur Arbeit mit Modellen</p> <p><b>Partnerpuzzle</b> zu Sandwich-Modellen  <b>Arbeitsblatt 1:</b> Erste Befunde durch die Elektronenmikroskopie (G. Palade, 1950er)  <b>Arbeitsblatt 2:</b> Erste Befunde aus der Biochemie (Davson und Danielli, 1930er)</p> <p><b>Abbildungen</b> auf der Basis von Gefrierbruchtechnik und Elektronenmikroskopie</p>	<p>den Folgestunden fortlaufend dokumentiert und für alle Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmer auf Plakaten festgehalten.</p> <p>Der Modellbegriff und die Vorläufigkeit von Modellen im Forschungsprozess werden verdeutlicht.</p> <p>Auf diese Weise kann die Arbeit in einer <i>scientific community</i> nachempfunden werden. Die „neuen“ Daten legen eine Modifikation des Bilayer-Modells von Gorter und Grendel nahe und führen zu neuen Hypothesen (einfaches Sandwichmodell / Sandwichmodell mit eingelagertem Protein / Sandwichmodell mit integralem Protein).</p> <p>Das Membranmodell muss erneut modifiziert werden.</p>
<p>- Fluid-Mosaik-Modell</p>	<p>ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle (Kohlenhydrate, Lipide, Proteine, [Nucleinsäuren]) den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen</p>	<p><b>Partnerpuzzle</b> zum Flüssig-Mosaik-Modell  <b>Arbeitsblatt 1:</b> Original-Auszüge aus dem Science-Artikel von Singer und Nicolson (1972)  <b>Arbeitsblatt 2:</b> Heterokaryon-Experimente von Frye und Edidin (1972)</p>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erweitertes Fluid-Mosaik-Modell (Kohlenhydrate in der Biomembran)</li>   <li>- Markierungsmethoden zur Ermittlung von Membranmolekülen (Proteinsonden)</li>   <li>- dynamisch strukturiertes Mosaikmodell (Rezeptor-Inseln, Lipid-Rafts)</li>   <li>• <i>Nature of Science</i> – naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen</li> </ul>	<p>chemischen Eigenschaften (UF1, UF3).</p> <p>recherchieren die Bedeutung und die Funktionsweise von Tracern für die Zellforschung und stellen ihre Ergebnisse graphisch und mithilfe von Texten dar (K2, K3).</p> <p>recherchieren die Bedeutung der Außenseite der Zellmembran und ihrer Oberflächenstrukturen für die Zellkommunikation (u. a. Antigen-Antikörper-Reaktion) und stellen die Ergebnisse adressatengerecht dar (K1, K2, K3).</p>	<p><b>Experimente</b> zur Aufklärung der Lage von Kohlenhydraten in der Biomembran</p> <p><b>Checkliste</b> mit Kriterien für seriöse Quellen</p> <p><b>Checkliste</b> zur korrekten Angabe von Internetquellen</p> <p><b>Internetrecherche</b> zur Funktionsweise von Tracern</p> <p><b>Informationen</b> zum dynamisch strukturierten Mosaikmodell Vereb et al (2003)</p> <p><b>Abstract</b> aus:  Vereb, G. et al. (2003): <i>Dynamic, yet structured: The cell membrane three decades after the Singer-Nicolson model.</i></p> <p><b>Lernplakat</b> (fertig gestellt) zu den Biomembranen</p>	<p>Das Fluid-Mosaik-Modell muss erweitert werden.</p> <p>Quellen werden ordnungsgemäß notiert (Verfasser, Zugriff etc.).</p> <p>Die biologische Bedeutung (hier nur die proximate Erklärungsebene!) der Glykokalyx (u.a. bei der Antigen-Anti-Körper-Reaktion) wird recherchiert.</p> <p>Historisches Modell wird durch aktuellere Befunde zu den Rezeptor-Inseln erweitert.</p> <p>Ein Reflexionsgespräch auf der Grundlage des entwickelten Plakats zu Biomembranen wird durchgeführt.</p> <p>Wichtige wissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen sowie die Rolle von Modellen und dem technischen Fortschritt werden herausgestellt.</p>
---	--	---	--

<p><i>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>	<p>beschreiben Transportvorgänge durch Membranen für verschiedene Stoffe mithilfe geeigneter Modelle und geben die Grenzen dieser Modelle an (E6).</p>	<p><b>Gruppenarbeit:</b> <b>Informationstext</b> zu verschiedenen Transportvorgängen an realen Beispielen</p>	<p>SuS können entsprechend der Informationstexte 2-D-Modelle zu den unterschiedlichen Transportvorgängen erstellen.</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>• 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>• <b>KLP-Überprüfungsform: „Beurteilungsaufgabe“ und „Optimierungsaufgabe“ (z.B. Modellkritik an Modellen zur Biomembran oder zu Transportvorgängen) zur Ermittlung der Modell-Kompetenz (E6)</b></li> <li>• ggf. Klausur</li> </ul>			

**Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:**

<b>Unterrichtsvorhaben III:</b> <b>Thema/Kontext:</b> Kein Leben ohne Zelle II – <i>Welche Bedeutung haben Zellkern und Nukleinsäuren für das Leben?</i> <b>Inhaltsfeld:</b> IF 1 (Biologie der Zelle)			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktion des Zellkerns</li> <li>• Zellverdopplung und DNA</li> </ul> <b>Zeitbedarf:</b> ca. 10 UStd.		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> Die Schülerinnen und Schüler können ... <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>UF4</b> bestehendes Wissen aufgrund neuer biologischer Erfahrungen und Erkenntnisse modifizieren und reorganisieren.</li> <li>• <b>E1</b> in vorgegebenen Situationen biologische Probleme beschreiben, in Teilprobleme zerlegen und dazu biologische Fragestellungen formulieren.</li> <li>• <b>K4</b> biologische Aussagen und Behauptungen mit sachlich fundierten und überzeugenden Argumenten begründen bzw. kritisieren.</li> <li>• <b>B4</b> Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen mit Bezug auf die Zielsetzungen der Naturwissenschaften darstellen.</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</b>
Erhebung und Reaktivierung von SI-Vorwissen		<b>Strukturlegetechnik bzw. Netzwerktechnik</b>	<b>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:</b> <b>SI-Vorwissen wird ermittelt und reorganisiert.</b> Empfehlung: Zentrale Begriffe werden von den SuS in eine sinnvolle Struktur gelegt, aufgeklebt und eingesammelt, um für den Vergleich am Ende des Vorhabens zur Verfügung zu stehen.
<i>Was zeichnet eine naturwissenschaftliche Fragestellung aus und welche Fragestellung lag den Acetabularia und den</i>	benennen Fragestellungen historischer Versuche zur Funktion des Zellkerns und stellen Versuchsdurchführun-	<b>Plakat</b> zum wissenschaftlichen Erkenntnisweg  <i>Acetabularia-Experimente</i> von Hämmerling	Naturwissenschaftliche Fragestellungen werden kriteriengeleitet entwickelt und Experimente ausgewertet.

<p><i>Xenopus-Experimenten zugrunde?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erforschung der Funktion des Zellkerns in der Zelle</li> </ul>	<p>gen und Erkenntniszuwachs dar (E1, E5, E7).</p> <p>werten Klonierungsexperimente (Kerntransfer bei Xenopus) aus und leiten ihre Bedeutung für die Stammzellforschung ab (E5).</p>	<p><b>Experiment</b> zum Kerntransfer bei <i>Xenopus</i></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 und Abbildungen Filme/Animationen</b> zu zentralen Aspekten:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>exakte Reproduktion</li> <li>Organ- bzw. Gewebewachstum und Erneuerung (Mitose)</li> <li>Zellwachstum (Interphase)</li> </ol>	<p>Die Funktionen des Cytoskeletts werden erarbeitet, Informationen werden in ein Modell übersetzt, das die wichtigsten Informationen sachlich richtig wiedergibt.</p>
<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 Nucleinsäuren</li> <li>Aufbau der DNA</li> <li>Mechanismus der DNA-Replikation in der S-Phase der Interphase</li> </ul>	<p>ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle [Kohlenhydrate, Lipide, Proteine,] Nucleinsäuren den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften (UF1, UF3).</p> <p>erklären den Aufbau der DNA mithilfe eines Strukturmodells (E6, UF1).</p> <p>beschreiben den semikonservativen Mechanismus der DNA-Replikation (UF1, UF4).</p>	<p><b>Modelle zur DNA-Struktur und Replikation</b></p>	<p>Der DNA-Aufbau und die Replikation werden lediglich modellhaft erarbeitet. Die Komplementarität wird dabei herausgestellt.</p>
<p>Verdeutlichung des Lernzu-</p>		<p><b>Strukturlegetechnik bzw. Netzwerktechnik</b></p>	<p>Methode wird mit denselben</p>

wachses			Begriffen wie zu Beginn des Vorhabens erneut wiederholt. Ergebnisse werden verglichen. SuS erhalten anschließend individuelle Wiederholungsaufträge.
<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>	zeigen Möglichkeiten und Grenzen der Zellkulturtechnik in der Biotechnologie und Biomedizin auf (B4, K4).	<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>Zentrale Aspekte werden herausgearbeitet.</p> <p>Argumente werden erarbeitet und Argumentationsstrategien entwickelt.</p> <p>SuS, die nicht an der Diskussion beteiligt sind, sollten einen Beobachtungsauftrag bekommen.</p> <p>Nach Reflexion der Diskussion können Leserbriefe verfasst werden.</p>
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstevaluation am Ende der Unterrichtsreihe</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Angekündigte schriftliche Lernerfolgskontrolle 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>			

## Einführungsphase:

**Hinweis:** Thema, Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte und Kompetenzen hat die Fachkonferenz verbindlich vereinbart. In allen anderen Bereichen sind Abweichungen von den vorgeschlagenen Vorgehensweisen bei der Konkretisierung der Unterrichtsvorhaben möglich. Darüber hinaus enthält dieser schulinterne Lehrplan in den Kapiteln 2.2 bis 2.4 übergreifende sowie z.T. auch jahrgangsbezogene Absprachen zur fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit, zur Leistungsbewertung und zur Leistungsrückmeldung. Je nach internem Steuerungsbedarf können solche Absprachen auch vorhabenbezogen vorgenommen werden.

### Inhaltsfeld: IF 2 (Energiestoffwechsel)

- **Unterrichtsvorhaben IV:** Enzyme im Alltag – *Welche Rolle spielen Enzyme in unserem Leben?*
- **Unterrichtsvorhaben V:** Biologie und Sport – *Welchen Einfluss hat körperliche Aktivität auf unseren Körper?*

### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Enzyme
- Dissimilation
- Körperliche Aktivität und Stoffwechsel

### Basiskonzepte:

#### System

Muskulatur, Mitochondrium, Enzym, Zitronensäurezyklus, Dissimilation, Gärung

#### Struktur und Funktion

Enzym, Grundumsatz, Leistungsumsatz, Energieumwandlung, ATP, NAD<sup>+</sup>

#### Entwicklung

Training

**Zeitbedarf:** ca. 33 UStd.

**Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:**

<p><b>Unterrichtsvorhaben IV:</b>  <b>Thema/Kontext:</b> Enzyme im Alltag – <i>Welche Rolle spielen Enzyme in unserem Leben?</i>  <b>Inhaltsfelder:</b> IF 1 (Biologie der Zelle), IF 2 (Energistoffwechsel)</p>			
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enzyme</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 15 UStd.</p>		<p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b>  Die Schülerinnen und Schüler können ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>E2</b> kriteriengeleitet beobachten und messen sowie gewonnene Ergebnisse objektiv und frei von eigenen Deutungen beschreiben.</li> <li>• <b>E4</b> Experimente und Untersuchungen zielgerichtet nach dem Prinzip der Variablenkontrolle unter Beachtung der Sicherheitsvorschriften planen und durchführen und dabei mögliche Fehlerquellen reflektieren.</li> <li>• <b>E5</b> Daten bezüglich einer Fragestellung interpretieren, daraus qualitative und einfache quantitative Zusammenhänge ableiten und diese fachlich angemessen beschreiben.</li> </ul>	
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
<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>„<b>Spickzettel</b>“ als legale Methode des Memorierens</p> <p><b>Museumsgang</b></p> <p><b>Beobachtungsbogen</b> mit Kriterien für „gute Spickzettel“</p>	<p>Gütekriterien für gute „Spickzettel“ werden erarbeitet (Übersichtlichkeit, auf das Wichtigste beschränkt, sinnvoller Einsatz von mehreren Farben, um Inhalte zu systematisieren etc.) werden erarbeitet.</p> <p>Der beste „Spickzettel“ kann gekürt und allen SuS über „lonet“ zur Verfügung gestellt werden.</p>
<p><i>Wie sind Proteine aufgebaut und wo</i></p>	<p>ordnen die biologisch be-</p>	<p><b>Haptische Modelle</b> (z.B. Legomodelle)</p>	<p>Der Aufbau von Proteinen wird</p>

<p><i>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>deutsamen Makromoleküle ([Kohlenhydrate, Lipide], Proteine, [Nucleinsäuren]) den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften (UF1, UF3).</p>	<p>zum Proteinaufbau</p> <p><b>Informationstexte</b> zum Aufbau und der Struktur von Proteinen</p> <p><b>Gruppenarbeit</b></p> <p><b>Lernplakate</b> zum Aufbau von Proteinen</p>	<p>erarbeitet.</p> <p>Die Quartärstruktur wird am Beispiel von Hämoglobin veranschaulicht.</p> <p>Lernplakate werden erstellt und auf ihre Sachrichtigkeit und Anschaulichkeit hin diskutiert und ggf. modifiziert. Sie bleiben im Fachraum hängen und dienen der späteren Orientierung.</p>
<p><i>Welche Bedeutung haben Enzyme im menschlichen Stoffwechsel?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktives Zentrum</li> <li>• Allgemeine Enzymgleichung</li> <li>• Substrat- und Wirkungsspezifität</li> </ul>	<p>beschreiben und erklären mithilfe geeigneter Modelle Enzymaktivität und Enzymhemmung (E6).</p>	<p><b>Experimentelles Gruppenpuzzle:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Ananassaft und Quark oder Götterspeise und frischgepresster Ananassaft in einer Verdünnungsreihe</li> <li>Lactase und Milch sowie Glucoseteststäbchen (Immobilisierung von Lactase mit Alginat)</li> <li>Peroxidase mit Kartoffelscheibe oder Kartoffelsaft (Verdünnungsreihe)</li> <li>Urease und Harnstoffdünger (Indikator Rotkohlsaft)</li> </ol> <p><b>Hilfekarten</b> (gestuft) für die vier verschiedenen Experimente</p>	<p>Die Substrat- und Wirkungsspezifität werden veranschaulicht.</p> <p>Die naturwissenschaftlichen Fragestellungen werden vom Phänomen her entwickelt.</p> <p>Hypothesen zur Erklärung der Phänomene werden aufgestellt. Experimente zur Überprüfung der Hypothesen werden geplant, durchgeführt und abschließend werden mögliche Fehlerquellen ermittelt und diskutiert.</p> <p>Die gestuften Hilfen (Checklisten) sollen Denkanstöße für jede Schlüsselstelle im Experimentierprozess geben.</p> <p>Vorgehen und Ergebnisse werden auf Plakaten präsentiert.</p>

		<p><b>Checklisten</b> mit Kriterien für</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- naturwissenschaftliche Fragestellungen,</li> <li>- Hypothesen,</li> <li>- Untersuchungsdesigns.</li> </ul> <p><b>Plakatpräsentation</b> <b>Museumsgang</b></p> <p><b>Gruppenrallye</b> mit Anwendungsbeispielen zu je einem Beispiel aus dem anabolen und katabolen Stoffwechsel.</p>	<p>SuS erhalten Beobachtungsbogen für den Museumsgang und verteilen Punkte. Anschließend wird das beste Plakat gekürt.</p> <p>Modelle zur Funktionsweise des aktiven Zentrums werden erstellt.</p> <p>Hier bietet sich an die Folgen einer veränderten Aminosäuresequenz, z. B. bei Lactase mithilfe eines Modells zu diskutieren.</p>
<p><i>Welche Wirkung / Funktion haben Enzyme?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Katalysator</li> <li>• Biokatalysator</li> <li>• Endergonische und exergonische Reaktion</li> <li>• Aktivierungsenergie, Aktivierungsbarriere / Reaktionschwelle</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>
<p><i>Was beeinflusst die Wirkung / Funktion von Enzymen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• pH-Abhängigkeit</li> <li>• Temperaturabhängigkeit</li> <li>• Schwermetalle</li> <li>• Substratkonzentration / Wechselzahl</li> </ul>	<p>beschreiben und interpretieren Diagramme zu enzymatischen Reaktionen (E5).</p> <p>stellen Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von verschiedenen Faktoren auf und überprüfen sie experimentell und stellen sie graphisch dar (E3, E2, E4, E5, K1, K4).</p>	<p><b>Checkliste</b> mit Kriterien zur Beschreibung und Interpretation von Diagrammen</p> <p><b>Experimente</b> mithilfe von Interaktionsboxen zum Nachweis der Konzentrations-, Temperatur- und pH-Abhängigkeit (Lactase und Bromelain)</p> <p><b>Modellexperimente</b> mit Schere und Papierquadraten zur Substratkonzentration</p>	<p><b>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:</b> <b>Das Beschreiben und Interpretieren von Diagrammen wird geübt.</b></p> <p>Experimente zur Ermittlung der Abhängigkeiten der Enzymaktivität werden geplant und durchgeführt. Wichtig: Denaturierung im Sinne</p>

		ration	<p>einer irreversiblen Hemmung durch Temperatur, pH-Wert und Schwermetalle muss herausgestellt werden.</p> <p>Die Wechselzahl wird problematisiert.</p> <p><b>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz: Durchführung von Experimenten zur Ermittlung von Enzymeigenschaften an ausgewählten Beispielen.</b></p>
<p><i>Wie wird die Aktivität der Enzyme in den Zellen reguliert?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kompetitive Hemmung,</li> <li>• allosterische (nicht kompetitive) Hemmung</li> <li>• Substrat und Endprodukt-hemmung</li> </ul>	<p>beschreiben und erklären mithilfe geeigneter Modelle Enzymaktivität und Enzymhemmung (E6).</p>	<p><b>Gruppenarbeit</b> <b>Informationsmaterial</b> zu Trypsin (allosterische Hemmung) und Allopurinol (kompetitive Hemmung)</p> <p><b>Modellexperimente</b> mit Fruchtgummi und Smarties</p> <p><b>Experimente</b> mithilfe einer Interaktionsbox mit Materialien (Knete, Moosgummi, Styropor etc.)</p> <p><b>Checkliste</b> mit Kriterien zur Modellkritik</p>	<p>Wesentliche Textinformationen werden in einem begrifflichen Netzwerk zusammengefasst. Die kompetitive Hemmung wird simuliert.</p> <p>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> <li>- u. a.</li> </ul> </li> </ul>	<p>recherchieren Informationen zu verschiedenen Einsatzgebieten von Enzymen und präsentieren und bewerten vergleichend die Ergebnisse (K2, K3, K4).</p> <p>geben Möglichkeiten und</p>	<p><b>(Internet)Recherche</b></p>	<p>Die Bedeutung enzymatischer Reaktionen für z.B. Veredlungsprozesse und medizinische Zwecke wird herausgestellt.</p> <p>Als Beispiel können Enzyme im Waschmittel und ihre Auswir-</p>

	Grenzen für den Einsatz von Enzymen in biologisch-technischen Zusammenhängen an und wägen die Bedeutung für unser heutiges Leben ab (B4).		kung auf die menschliche Haut besprochen und diskutiert werden.
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Lernerfolgskontrolle</li> <li>• KLP-Überprüfungsform: „experimentelle Aufgabe“ (z.B. Entwickeln eines Versuchsaufbaus in Bezug auf eine zu Grunde liegende Fragestellung und/oder Hypothese) zur Ermittlung der Versuchsplanungskompetenz (E4)</li> <li>• ggf. Klausur</li> </ul>			

**Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:**

<b>Unterrichtsvorhaben V:</b> <b>Thema/Kontext:</b> Biologie und Sport – <i>Welchen Einfluss hat körperliche Aktivität auf unseren Körper?</i>			
<b>Inhaltsfeld:</b> IF 2 (Energistoffwechsel)			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dissimilation</li> <li>• Körperliche Aktivität und Stoffwechsel</li> </ul> <b>Zeitbedarf:</b> ca. 18 UStd.		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> Die Schülerinnen und Schüler können ... <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>UF3</b> die Einordnung biologischer Sachverhalte und Erkenntnisse in gegebene fachliche Strukturen begründen.</li> <li>• <b>B1</b> bei der Bewertung von Sachverhalten in naturwissenschaftlichen Zusammenhängen fachliche, gesellschaftliche und moralische Bewertungskriterien angeben.</li> <li>• <b>B2</b> in Situationen mit mehreren Handlungsoptionen Entscheidungsmöglichkeiten kriteriengeleitet abwägen, gewichten und einen begründeten Standpunkt beziehen.</li> <li>• <b>B3</b> in bekannten Zusammenhängen ethische Konflikte bei Auseinandersetzungen mit biologischen Fragestellungen sowie mögliche Lösungen darstellen.</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</b>
<i>Welche Veränderungen können während und nach körperlicher Belastung beobachtet werden?</i>  <b>Systemebene: Organismus</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Belastungstest</li> <li>• Schlüsselstellen der körperlichen Fitness</li> </ul>		<b>Münchener Belastungstest</b> oder <i>multi-stage</i> Belastungstest.  <b>Selbstbeobachtungsprotokoll</b> zu Herz, Lunge, Durchblutung Muskeln  <b>Graphic Organizer</b> auf verschiedenen Systemebenen	Begrenzende Faktoren bei unterschiedlich trainierten Menschen werden ermittelt.  Damit kann der Einfluss von Training auf die Energiezufuhr, Durchblutung, Sauerstoffversorgung, Energiespeicherung und Ernährungsverwertung systematisiert werden.

			Die Auswirkung auf verschiedene Systemebenen (Organ, Gewebe, Zelle, Molekül) kann dargestellt und bewusst gemacht werden.
<p><i>Wie reagiert der Körper auf unterschiedliche Belastungssituationen und wie unterscheiden sich verschiedene Muskelgewebe voneinander?</i></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>erläutern den Unterschied zwischen roter und weißer Muskulatur (UF1). präsentieren unter Einbezug geeigneter Medien und unter Verwendung einer korrekten 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>Partnerpuzzle</b> mit Arbeitsblättern zur roten und weißen Muskulatur und zur Sauerstoffschuld</p> <p><b>Bildkarten</b> zu Muskeltypen und Sportarten</p> <p><b>Informationsblatt Experimente</b> mit Sauerkraut (u.a. pH-Wert) <b>Forscherbox</b></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 (stellvertretend für den Energiebedarf) untersucht / ausgewertet. Muskeltypen werden begründend Sportarten zugeordnet.</p> <p>Die Milchsäuregärung dient der Veranschaulichung anaerober Vorgänge: Modellexperiment zum Nachweis von Milchsäure unter anaeroben Bedingungen wird geplant und durchgeführt.</p> <p><b>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:</b> <b>In diesem Unterrichtsvorhaben liegt ein Schwerpunkt auf dem Wechsel zwischen den biologischen Systemebenen gemäß der Jo-Jo-Methode (häufiger Wechsel zwischen den biologischen Organisationsebenen)</b></p>
<p><i>Welche Faktoren beeinflussen den Energieumsatz und welche Me-</i></p>	<p>stellen Methoden zur Bestimmung des Energieumsatzes bei</p>	<p><b>Film</b> zur Bestimmung des Grund- und Leistungsumsatzes</p>	<p>Der Zusammenhang zwischen respiratorischem Quotienten und Er-</p>

<p><i>thoden 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>körperlicher Aktivität vergleichend dar (UF4).</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 Oberflächenvergrößerung durch Kapillarisation</p>	<p>nahrung wird erarbeitet.</p> <p>Der quantitative Zusammenhang zwischen Sauerstoffbindung und Partialdruck wird an einer sigmoiden Bindungskurve ermittelt.</p> <p>Der Weg des Sauerstoffs in die Muskelzelle über den Blutkreislauf wird wiederholt und erweitert unter Berücksichtigung von Hämoglobin und Myoglobin.</p>
<p><i>Wie entsteht und wie gelangt die benötigte Energie zu unterschiedlichen Einsatzorten in der Zelle?</i></p> <p><i>Systemebene: Molekül</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• NAD<sup>+</sup> und ATP</li> </ul>	<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><i>Wie entsteht ATP und wie wird der C6-Körper abgebaut?</i></p> <p><i>Systemebenen: Zelle, Molekül</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tracermethode</li> <li>• Glykolyse</li> <li>• Zitronensäurezyklus</li> <li>• Atmungskette</li> </ul>	<p>präsentieren eine Tracermethode bei der Dissimilation adresatengerecht (K3).</p> <p>erklären die Grundzüge der Dissimilation unter dem Aspekt der Energieumwandlung mithilfe einfacher Schemata (UF3).</p>	<p><b>Advance Organizer</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</p>	<p>Grundprinzipien von molekularen Tracern werden wiederholt.</p> <p>Experimente werden unter dem Aspekt der Energieumwandlung ausgewertet.</p>

	beschreiben und präsentieren die ATP-Synthese im Mitochondrium mithilfe vereinfachter Schemata (UF2, K3).	Protonengradienten in den Mitochondrien für die ATP-Synthese (vereinfacht)	
<p><i>Wie funktional sind bestimmte Trainingsprogramme und Ernährungsweisen für bestimmte Trainingsziele?</i></p> <p><i>Systemebenen: Organismus, Zelle, Molekül</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ernährung und Fitness</li> <li>• Kapillarisation</li> <li>• Mitochondrien</li> </ul> <p><i>Systemebene: Molekül</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Glycogenspeicherung</li> <li>• Myoglobin</li> </ul>	<p>erläutern unterschiedliche Trainingsformen adressatengerecht und begründen sie mit Bezug auf die Trainingsziele (K4).</p> <p>erklären mithilfe einer graphischen Darstellung die zentrale Bedeutung des Zitronensäurezyklus im Zellstoffwechsel (E6, UF4).</p>	<p><b>Fallstudien</b> aus der Fachliteratur (Sportwissenschaften oder Linder bilingual)</p> <p><b>Arbeitsblatt</b> mit einem vereinfachten Schema des Zitronensäurezyklus und seiner Stellung im Zellstoffwechsel (Zusammenwirken von Kohlenhydrat, Fett und Proteinstoffwechsel)</p>	<p>Hier können Trainingsprogramme und Ernährung unter Berücksichtigung von Trainingszielen (Aspekte z.B. Ausdauer, Kraftausdauer, Maximalkraft) und der Organ- und Zellebene (Mitochondrienanzahl, Myoglobinkonzentration, Kapillarisation, erhöhte Glykogenspeicherung) betrachtet, diskutiert und beurteilt werden.</p> <p>Verschiedene Situationen können „durchgespielt“ (z.B. die Folgen einer Fett-, Vitamin- oder Zuckerunterversorgung) werden.</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 Ein-</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 abge-</p>

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

# QUALIFIKATIONSPHASE Q1

## Grundkurs und Leistungskurs

### Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)

- **Unterrichtsvorhaben I:** Proteinbiosynthese – *Wie steuern Gene die Ausprägung von Merkmalen? Welche Konsequenzen haben Veränderungen der genetischen Strukturen für einen Organismus? Welche regulatorischen Proteine und Prozesse kontrollieren die Genexpression?*
- **Unterrichtsvorhaben II:** Humangenetische Beratung – *Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf?*

### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Meiose und Rekombination
- Analyse von Familienstammbäumen
- Proteinbiosynthese
- Genregulation
- Gentechnik / **Gentechnologie**
- Bioethik

### Basiskonzepte:

#### System

Merkmal, Gen, Allel, Genwirkkette, DNA, Chromosom, Genom, **Stammzelle**, Rekombination, **Synthetischer Organismus**

#### Struktur und Funktion

Proteinbiosynthese, Genetischer Code, Genregulation, Transkriptionsfaktor, **RNA-Interferenz**, Mutation, **Proto-Onkogen**, **Tumor-Suppressorgen**, **DNA-Chip**

#### Entwicklung

**Transgener Organismus**, **Synthetischer Organismus**, **Epigenese**, Zelldifferenzierung, Meiose

### Zeitbedarf:

ca. 27 Ustd. à 67,5 Minuten (Grundkurs)

ca. 44 Ustd. à 67,5 Minuten (Leistungskurs)

## Unterrichtsvorhaben I

**Thema / Kontext:** 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

#### 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: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<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. 2 Ustd. / 3 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>Wiederholung der Meiose und des Prinzips der interchromosomalen Rekombination</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, Mosaiktrisomie</b>)</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. 3 Ustd./ 4 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>Strategien zur fachsprachlich korrekten Auswertung von Stammbäumen werden an mehreren Beispielen im Unterricht eingeübt</b></p> <p>Korrektur von möglichen Fehlvorstellungen der SuS zu der Beziehung zwischen dominanten und rezessiven Allelen</p>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<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 style="text-align: right;">ca. 2 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>erläutern die Grundprinzipien der inter- und intra-chromosomalen Rekombination (Reduktion und Neukombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung (UF4).</p>	<p>Zweifaktorenanalyse (dihybrider Erbgang) und Crossing-over am Beispiel Bluterkrankheit / Rot-Grün-Blindheit:</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><i>Wie können genetisch bedingte Krankheiten zuverlässig diagnostiziert werden?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Genanalyse mit Short-Tandem-Repeat-Analyse (STR)</li> <li>PCR</li> </ul>	<p>erläutern molekulargenetische Verfahren (u.a. PCR, Gelelektrophorese) und ihre Einsatzgebiete (E4, E2, UF1).</p> <p>In diesem Kontext können auch folgende Kompetenzen erworben werden:</p> <p>Die SuS geben die Bedeutung von DNA-Chips und</p>	<p>molekulargenetischen Werkzeuge (PCR, Gelelektrophorese)</p> <p>Einblick in die Forschung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Entwicklung der PCR als Werkzeug zur Vervielfältigung von DNA-Proben auf Grundlage des Replikationsmechanismus (ggf. Wdh. EF)</li> </ul> <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> </ul>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<p>ca. 3 Ustd. / 4 Ustd. + ggf. Labortag</p>	<p>Hochdurchsatz-Sequenzierung an und beurteilen / bewerten 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).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cystische Fibrose (Sequenzanalyse, z. B. Fluoreszenzmethode)</li> </ul> <p>Ethische Aspekte können auch thematisiert werden.</p> <p>ggf. Exkursion in ein Schülerlabor (z. B. Köln-PUB) → molekulargenetisches Praktikum (Science to class)</p> <p>ggf. weitere Anwendungsbeispiele für DNA-Analysen (z. B. genetischer Fingerabdruck)</p>
<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> </ul>	<p>beschreiben molekulargenetische Werkzeuge und erläutern deren Bedeutung für gentechnische Grundoperationen (UF1).</p> <p>An dieser Stelle können auch folgende Kompetenzen erworben werden: Die SuS stellen mithilfe geeigneter Medien die Herstellung transgener Lebewesen dar und diskutieren ihre Verwendung (K1, B3).</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>Zunächst Erarbeitung grundlegender gentechnischer Verfahren am Beispiel der Gewinnung des Humaninsulins</p> <p><b>Materialien</b> Gruppenteilige Erarbeitung verschiedener weiterer therapeutischer Ansätze, z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verhinderung der Herstellung veränderter Proteine durch antisense-mRNA</li> </ul>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stammzellen</li> <li>• Ethische Bewertung</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca. 3 Ustd./ 5 Ustd.</p>	<p>In diesem Zusammenhang kann der GK die gleichlautenden Kompetenzen erwerben.</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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einbringen des intakten Gens in die (Stamm-) Zellen des Patienten: somatische Gentherapie</li> <li>• Einbringen des intakten Gens in die Keimzellen: Keimbahntherapie</li> </ul> <p>Materialien u. a. zu den o. g. Aspekten</p> <p>Diskussion ethischer Aspekte</p>

## Unterrichtsvorhaben II

**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?*

### Inhaltsfeld 3: Genetik

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Proteinbiosynthese
- Genregulation

#### 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: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<p><i>Welcher chemische Bestandteil der Chromosomen ist der Träger der Erbinformation?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Struktur der DNA, der RNA und der Proteine (Wh.)</li> <li>• Bakterien und Viren</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca. 2 Ustd. / 3 Ustd.</p>	<p>In diesem Kontext kann auch folgende Kompetenz erworben werden: Die SuS begründen die Verwendung bestimmter Modellorganismen (u.a. <i>E.coli</i>) für besondere Fragestellungen genetischer Forschung. (E6, E3)</p>	<p>Historischer Einstieg in das Inhaltsfeld Genetik über GRIFFITH und AVERY sowie HERSHEY und CHASE</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><i>Wie steuern Gene die Ausprägung von Merkmalen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ein-Gen-ein-Polypeptid-Hypothese</li> </ul>	<p>In diesem Kontext kann auch folgende Kompetenz erworben werden: Die SuS reflektieren und erläutern den Wandel des Genbegriffs (E7).</p>	<p>Experiment von BEADLE und TATUM</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition des Genbegriffs</li> </ul>



<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergleich der Proteinbiosynthese bei Prokaryonten und Eukaryonten</li> <li>• RNA-Prozessierung</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca. 6 Ustd. / 8 Ustd.</p>	<p>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>Erarbeitung der Eigenschaften des genetischen Codes → Anwendung der Codesonne</p> <p>Erwerb von <b>detaillierten</b> Fachkenntnissen zum Vorgang der Translation <b>Mögliche Vertiefung: Inhibitoren der prokaryotischen PBS als Antibiotika</b></p> <p>Tabellarischer Vergleich der Vorgänge bei der Proteinbiosynthese von Prokaryonten und Eukaryonten (Kompartimentierung, Introns/Exons, Prozessierung, Spleißen, Capping, Tailing, Aufbau der Ribosomen. <b>alternatives Spleißen und posttranslationale Modifikationen</b>)</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 / <b>Mutationstypen</b> (UF1, UF2).</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>• <b>Sequenzanalyse nach SANGER als</b></li> </ul>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Genwirkketten</li> </ul> <p><i>Wodurch entstehen Mutationen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mutagene</li> </ul>	<p>erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp (u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4)</p>	<p><b>Methode zur Ermittlung von Basenabfolgen</b></p> <p>Klassifizierung der Mutationstypen, hier insbesondere der Genmutationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Punktmutation (stumm, missense, nonsense),</li> <li>• Rasterschubmutation (Deletion, Insertion)</li> </ul> <p>am Beispiel der unterschiedlichen Möglichkeiten einer Mutation, die zu genetisch bedingten Erkrankungen führen</p> <p>Erarbeitung der Auswirkungen von Genmutationen auf den Organismus und auf Genwirkketten (am Beispiel des Phenylalaninstoffwechsels)</p> <p>Untersuchung des Einflusses von Mutagenen auf die Entstehung von Mutationen</p> <p><b>Erläuterung des Test-Ansatzes und Diskussion der Ergebnisse eines AMES-Tests sowie der Eignung dieses Verfahrens zur Beurteilung des mutagenen Potentials einer Substanz</b></p>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> Verbindliche Absprachen im Fettdruck
ca. 3 Ust. / 5 Ust.		
<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> </ul>	<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><b>Erarbeitung der Substratinduktion</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• AB Bakterienwachstum auf Glucose bei späterer Zugabe von Lactose</li> </ul> <p>Übertragung des Funktionsmodells auf Substratinduktion</p> <p><b>Erarbeitung der Endprodukthemmung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• AB Bakterienwachstum auf Tryptophan</li> <li>• Veranschaulichung anhand eines Funktionsmodells</li> </ul> <p>Kennzeichnung beider Regulationstypen als negative Kontrolle</p> <p><b>Erarbeitung eines Beispiels für positive Kontrolle</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• AB Bakterienwachstum auf Glucose bei gleichzeitiger Anwesenheit von Lactose</li> </ul> <p><b>Herausstellung des Silencer- und Enhancer-Prinzips bei Transkriptionsfaktoren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Benennung der einzelnen Transkriptionsfak-</li> </ul>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<ul style="list-style-type: none"> <li>• DNA-Methylierung, Histonacetylierung</li>   <li>• Translationsebene RNA-Interferenz</li>   <li>• Protoonkogene und Tumor-Suppressorgene</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca. 3 Ustd. / 10 Ustd.</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 style="background-color: #f0f0f0;">In diesem Kontext kann der Grundkurs auch folgende Kompetenz erwerben: Die SuS erklären einen epigenetischen Mechanismus als Modell zur Regelung des Zellstoffwechsels (E6).</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 style="background-color: #f0f0f0;">In diesem Kontext kann der GK die gleichlautende Kompetenz erwerben.</p> <p>erklären mit Hilfe von Modellen genregulatorische Vorgänge bei Eukaryoten (E6).</p>	<p>toren ist nicht erforderlich.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hier bietet sich eine erneute Thematisierung der Rolle von p53 als Wächter des Genoms an</li> </ul> <p>Erarbeitung der Methylierung von DNA als Grundlage für das Verständnis epigenetischer Vorgänge, z. B. mithilfe folgender Materialien:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Video „Epigenetik – Änderungen jenseits des genetischen Codes“</li> <li>• Artikel in Max-Wissen</li> </ul> <p>Erarbeitung: Einsatz der RNA-Interferenz in der Gentechnik an einem Beispiel (z. B. Amflora oder Anti-Matsch-Tomate)</p> <p>Erarbeitung der Krebsentstehung durch Mutationen in Proto-Onkogenen (z. B. ras-Gene) und Tumor-Suppressorgenen (z. B. p53-Gen) → gestörte Regulation der Transkription z. B. Fortbildungsmaterial KT</p>



## Grundkurs und **Leistungskurs** – Q 1:

### Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)

- **Unterrichtsvorhaben III:** Autökologische Untersuchungen -  
*Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf die Standortwahl und Angepasstheiten von Organismen?*
- **Unterrichtsvorhaben IV:** Fotosynthese –  
*Wie wird Lichtenergie in eine für alle Lebewesen nutzbare Energie umgewandelt?*
- **Unterrichtsvorhaben V:** Trophieebenen –  
*Was passiert mit der von den Pflanzen umgewandelten Energie?*
- **Unterrichtsvorhaben VI:** Populationsdynamik –  
*Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?*
- **Unterrichtsvorhaben VII:** Veränderungen von Ökosystemen –  
*Welchen Einfluss haben anthropogene Faktoren auf ausgewählte Ökosysteme?*

### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Umweltfaktoren und ökologische Potenz
- Dynamik von Populationen
- Stoffkreislauf und Energiefluss
- **Fotosynthese**
- Mensch und Ökosysteme

### Basiskonzepte:

#### **System**

Ökosystem, Biozönose, Population, Organismus, Symbiose, Parasitismus, Konkurrenz, Kompartiment, Fotosynthese, Stoffkreislauf

#### **Struktur und Funktion**

Chloroplast, ökologische Nische, ökologische Potenz, Populationsdichte

#### **Entwicklung**

Sukzession, Populationswachstum, Lebenszyklusstrategie

#### **Zeitbedarf:**

ca. 23 UStd. à 67,5 Minuten (Grundkurs)

ca. 40 UStd. à 90 Minuten (**Leistungskurs**)

## Unterrichtsvorhaben III

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

### Inhaltsfeld 5: Ökologie

#### Inhaltlicher Schwerpunkt:

Umweltfaktoren und ökologische Potenz

#### 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</b> Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<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> </ul> <p>ca. 1 UStd. / <b>ca. 1 USt.</b></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, Ecosphere, Aquarium, Biosphere II...).</li> <li>• Erarbeitung und Veranschaulichung der ökologischen Grundprinzipien.</li> <li>• Diagnose des Grundverständnisses zum Aufbau und zur Regulation von Ökosystemen.</li> </ul> <p>Vorstellung eines linearen Arbeitsplans (advance organizer): vgl. Reihenfolge der Unterrichtsvorhaben</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> <li>• Thermoregulation bei Poikilothermen und Homiothermen</li> </ul>	<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>Vertiefende Betrachtung des Umweltfaktors „Temperatur“ z. B. anhand der Frage: „Warum gibt es Eisbären, aber keine Eismäuse?“</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Modellversuche zur Bergmannschen und Allenschen Regel</b></li> <li>• Gegenüberstellung RGT-Regel und tiergeographische Regel</li> <li>• <b>Reflexion der naturwissenschaftlichen Prinzipien</b> (physikalisch und stoffwechselphysiologisch), Berechnung des Oberfläche-Volumen-Verhältnisses</li> <li>• Strategien zur Thermoregulation (Endo- und Ektothermie, <a href="#">Regelkreismodell</a>)</li> <li>• Vernetzung der Erkenntnisse zu den Anpassungen an die Jahreszeiten mit dem Konzept zu tiergeographischen</li> </ul>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Empfehlungen</b> <b>Anmerkungen und</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Toleranzbereiche ausgewählter Beispielorganismen (stenöke und euryöke Arten)</li> </ul> <p>ca. 4 UStd. / 6 UStd.</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>Regeln und Ableitung grundlegender Prinzipien</p> <p>zunächst Auswertung von Diagrammen zur physiologischen Potenz verschiedener Arten nur im Einfaktoren-Experiment</p> <p>Temperaturorgelexperiment: Untersuchungen der Temperaturpräferenzen von Wirbellosen</p>
<p><i>Welchen Einfluss haben mehrere Umweltfaktoren auf die Existenz einer Art in einem Biotop?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Physiologische Potenz und Toleranzbereiche</li> <li>Minimumgesetz</li> <li>Bioindikatoren</li> </ul>	<p>zeigen den Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von Bioindikatoren und der Intensität abiotischer Faktoren in einem beliebigen Ökosystem (auf) (UF3, UF4, E4),</p>	<p>Betrachtung multifaktorieller Systeme, <b>Auswertung von Daten</b>, um die Interpretation von Toleranzkurven zu vertiefen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(Temperatur/Licht) z. B. bei Laufkäfern (<i>Nebria brevicollis</i>) oder</li> <li>(Temperatur/Feuchtigkeit) z. B. bei Kiefernspinnern</li> </ul> <p>Einsicht in das komplexe Zusammenwirken mehrerer Umwelt-faktoren auf das Vorkommen einer Art</p> <p>Erklärung von Abweichungen in der Standortwahl bei multifaktorieller Betrachtung im Vergleich zur ermittelten physiologischen Potenz bei der Betrachtung nur</p>



<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Empfehlungen</b> <b>Anmerkungen und</b>
		<p>Verbindliche Absprachen im Fettdruck</p> <p>schen Faktoren (E3).</p> <p>Die SuS erläutern den Zusammenhang zwischen Fo- toreaktion und Synthesereaktion und ordnen die Re- aktionen den unterschiedlichen Kompartimenten des Chloroplasten zu (UF1, UF3).</p>

## Unterrichtsvorhaben IV

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

### Inhaltsfeld 5: Ökologie

#### Inhaltlicher Schwerpunkt:

Fotosynthese (LK)

#### Schwerpunkte übergeordneter L

Die Schülerinnen und Schüler können

- **UF 1** biologische Phänomene und ...  
tern.
- **E 1** selbstständig in unterschiedli...  
identifizieren, analysieren und in...  
präzisieren.
- **E 3** mit Bezug auf Theorien, Mod...  
sen generieren sowie Verfahren z...
- **K3** biologische Sachverhalte und...  
situationsangemessener Medien u...  
recht präsentieren.

<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Empfehlungen</b> <b>Anmerkungen und</b> Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<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 style="text-align: right;">ca. 4 UStd.</p>	<p>analysieren Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen abiotischen Faktoren (E3).</p> <p>leiten aus Forschungsexperimenten zur Aufklärung der Fotosynthese zu Grunde liegende Fragestellungen und Hypothesen ab (E1, E3, UF2, UF4).</p>	<p>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.</p> <p>„Aufhänger“ z. B.: Warum brauchen wir Gewächshäuser?</p> <p>Vor der Betrachtung des FS-Prozesses werden die ökologischen Bedingungen für die optimale FS-Leistung im Efeu-Experiment untersucht.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Variablen: CO<sub>2</sub>-Gehalt, Lichtstärke, Lichtqualität, Temperatur (enzymatischer Prozess)</li> <li>• Anfertigung von Versuchsprotokollen, Präsentation der Ergebnisse</li> <li>• ENGELMANN'SCHER Bakterienversuch und EMERSON-Effekt</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-</li> </ul>	<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</p>	<p>Fokussierung auf den molekularen Mechanismus: Erarbeitung der Grundlagen von Fotoreaktion und Synthesereaktion</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> (Parallelen zur Atmungskette zie-</li> </ul>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Empfehlungen</b> <b>Anmerkungen und</b> Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<p>zyklus)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Assimilation</li> </ul> <p>ca. 4 UStd.</p>	<p>Grundprinzip der Energieumwandlung in den Fotosystemen und den Mechanismus der ATP-Synthese (K3, UF1).</p>	<p>hen)</p> <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> <li>CAM und/oder C4- Pflanzen: Alternative Fotosynthesestrategien als Anpasstheit an Standortbedingungen (Recherche, Präsentation)</li> </ul>

## Unterrichtsvorhaben V

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

### Inhaltsfeld 5: Ökologie

#### Inhaltlicher Schwerpunkt:

Stoffkreislauf und Energiefluss

#### 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.

<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Empfehlungen</b> <b>Anmerkungen und</b> Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<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. 3 UStd. / 4 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>AB Dreitank-Modell oder Originalpaper mögliche Beispiele: Seesterne und Otter, Tanne, Wolf und Elch</i></p>

## Unterrichtsvorhaben VI

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

### Inhaltsfeld 5: Ökologie

#### Inhaltlicher Schwerpunkt:

Dynamik von Populationen

#### 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.

	<ul style="list-style-type: none"> <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>K3</b> biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren</li> </ul>
--	--

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i> inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<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 / <a href="#">ca. 4 UStd.</a></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 und sukzessive 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 Lebens-</p>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> Verbindliche Absprachen im Fettdruck
		dauer, Populationsgröße, Nähe zur Kapazitätsgrenze, Brutpflege, Fortpflanzungshäufigkeit, Anzahl der Nachkommen, Größe der Nachkommenschaft
<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> <li>• Räuber-Beute-Beziehungen</li> </ul>	<p>leiten aus Untersuchungsdaten zu intra- und interspezifischen Beziehungen (u.-a. Parasitismus, Symbiose, Konkurrenz) mögliche Folgen für die jeweiligen Arten ab und präsentieren diese unter Verwendung angemessener Medien (E5, K3, UF1).</p> <p>erklären mit Hilfe des Modells der ökologischen Nische die Koexistenz von Arten (E6, UF1, UF2, K4).</p> <p>untersuchen die Veränderungen von Populationen mit Hilfe von Simulationen auf der Grundlage des Lotka-Volterra-Modells (E6).</p>	<p>Auswertung von Daten zur Populationsentwicklung z. B. von <i>Paramecium</i> im Laborversuch von GAUSE, alternativ: Kieselalgenversuch von TILMAN</p> <p>a) bei Einzelkultur b) in gemeinsamer Kultur</p> <p>Die SuS leiten daraus selbständig eine Definition zur Konkurrenzvermeidung und zum Konkurrenzausschlussprinzip ab.</p> <p>Begriffsklärung ökologische Nische, ökologische und physiologische Potenz am Beispiel von Mischkulturen im Freiland (z. B. Versuche von BAZZAZ, AUSTIN mit verschiedenen Grasarten bzw. Hohenheimer Grundwasserversuch von</p> <p><b>Analyse von Daten zur Populationsentwicklung</b> z. B. von Schneeschuhhase/Kanadaluchs und räuberische Milben /Pflanzenmilbe, 1. und 2. Lotka-Volterra Regel</p>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<ul style="list-style-type: none"> <li>Parasitismus und Symbiose</li> </ul> <p style="text-align: center;">ca. 4 UStd./ 5 UStd.</p>	<p>erläutern die Aussagekraft von biologischen Regeln (u.a. tiergeographische Regeln) und grenzen diese von naturwissenschaftlichen m Gesetzen ab (E7, K4)</p> <p>vergleichen das Lotka-Volterra-Modell mit veröffentlichten Daten aus Freilandmessungen und diskutieren die Grenzen des Modells (E6)</p> <p>leiten aus Untersuchungsdaten zu intra- und interspezifischen Beziehungen (Parasitismus, Symbiose, Konkurrenz) mögliche Folgen für die jeweiligen Arten ab und präsentieren diese unter Verwendung angemessener Medien (E5, K3, UF1).</p>	<p>Analyse von Daten zu Freilandexperimenten, z. B. Fütterungsversuche von Schneeschuhhase mit und ohne Entfernung des Luchses</p> <p>Partnerarbeit: Analyse von Untersuchungsdaten zur Unterscheidung von Parasitismus und Symbiose an je einem Beispiel</p> <p>Differenzierte Betrachtung und Vertiefung anhand von weiteren Beispielen, z. B. als Gruppenpuzzle mit Internetrecherche</p>

## Unterrichtsvorhaben VII

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

### Inhaltsfeld 5: Ökologie

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Mensch und Ökosysteme
- Stoffkreislauf und Energiefluss

#### 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.
- **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.

<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<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> <li>• Schädlingsbekämpfung</li> </ul> <p>ca. 2 UStd. / 3 UStd. + ggf. Exkursionstag</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>Recherche und Präsentationen zu ausgewählten Neobiota und ihrem Einfluss auf die Entwicklung von Ökosystemen, z. B.: Aga-Kröte im Victoria River, Forelle 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 Neobionten [1]</p> <p>Bewertung der Vor- und Nachteile verschiedener Schädlingsbekämpfungsmethoden, mögliche Beispiele: Aga-Kröte im Victoria River, Mungo auf Jamaika</p> <p>evtl. Diskussion über den Einsatz von Glyphosat</p> <p>im Zusammenhang mit chemischer Schädlingsbekämpfung: Lotka-Volterra-Regel 3</p> <p>Bei Schädlingsbekämpfungsmethoden: mögliche Vertiefung oder Wiederholung aus der Genetik zu transgenen Pflanzen</p>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<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>ca. 2 UStd.</p>	<p>präsentieren und erklären auf der Grundlage von Untersuchungsdaten die Wirkung von anthropogenen Faktoren auf ausgewählte globale Stoffkreisläufe (K1, K3, UF1)</p> <p>In diesem Kontext können auch folgende Kompetenzen erworben werden: 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>Problemaufriss: Daten zum Anstieg der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre in den letzten 100 Jahren → Grund: u. a. Nutzung von Holz und fossilen Brennstoffen als Energiequelle, CO<sub>2</sub>-Emissionen</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> <p>Reflexion des Konsumverhaltens (z. B. Fleischkonsum, Energieverbrauch) bezüglich seiner globalen Auswirkungen</p> <p>Kriteriengeleitete Bewertung von Handlungsoptionen (persönlich und politisch) im Sinne der Nachhaltigkeit</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</b> Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<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: right;">ca. 2 UStd./ 2 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>• 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</li> <li>• Folgen von menschlich bedingten Umweltkatastrophen, z. B. der Sandoz-Katastrophe 1986</li> </ul> <p>Evtl. Rückbezug auf den Flaschengarten, der als Einstieg in die Ökologie genutzt wurde.</p>

## QUALIFIKATIONSPHASE Q2

### Grund- und Leistungskurs

**Inhaltsfeld:** IF 6 (Evolution)

- **Unterrichtsvorhaben I:** Evolution in Aktion – *Welche Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel?*
- **Unterrichtsvorhaben II:** Von der Gruppen- zur Multilevel-Selektion – *Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?*
- **Unterrichtsvorhaben III:** Spuren der Evolution – *Wie kann man Evolution sichtbar machen?*
- **Unterrichtsvorhaben IV:** Humanevolution – *Wie entstand der heutige Mensch?*

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Entwicklung der Evolutionstheorie
- Grundlagen evolutiver Veränderung
- Art und Artbildung
- Evolution und Verhalten
- Evolution des Menschen
- Stammbäume

**Basiskonzepte:**

#### **System**

Art, Population, Paarungssystem, Genpool, Gen, Allel, ncDNA, mtDNA, Biodiversität

#### **Struktur und Funktion**

Mutation, Rekombination, Selektion, Gendrift, Isolation, Investment, Homologie

#### **Entwicklung**

Fitness, Divergenz, Konvergenz, Coevolution, Adaptive Radiation, Artbildung, Phylogenese

#### **Zeitbedarf:**

ca. 23 UStd. à 67,5 Minuten (Grundkurs)

ca. 36 UStd. à 67,5 Minuten (Leistungskurs)

## 2.1.2 Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung

<b>Unterrichtsvorhaben I:</b>		
Thema/ Kontext: Evolution in Aktion - <i>Welche Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel?</i>		
<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>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>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b></p>
<b>Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b>
<p><i>Welche genetischen Grundlagen beeinflussen den evolutiven Wandel?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wdh. Evolutionstheorie nach Darwin im Vergleich zu Lamarck</li> <li>• Genetische Grundlagen des</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, Rekombinati-</p>	<p>z. B.: <i>Advance organizer</i> wird aus vorgegebenen Bausteinen zusammengesetzt.</p> <p>An vorgegebenen Materialien zur genetischen Variabilität wird arbeitsteilig und binnendifferenziert gearbeitet.</p> <p><b>Materialien</b> zur genetischen Variabilität und ihren Ursachen. Beispiele: Hainschnirkelschnecke, Zahnkärfpling</p>

<p>evolutiven Wandels</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen biologischer Anpasstheit</li> <li>• Populationen und ihre genetische Struktur</li> </ul> <p>ca. 3 Ustd. / 4 Ustd</p>	<p>on, Selektion, Gendrift) auf den Genpool einer Population (UF4, UF1).</p> <p>beschreiben Biodiversität auf verschiedenen Systemebenen (genetische Variabilität, Artenvielfalt, Vielfalt der Ökosysteme) (UF4, UF1, UF2, UF3).</p> <p>stellen die Synthetische Evolutionstheorie zusammenfassend dar (UF3, UF4).</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>Arbeitsmaterialien</b> zu abiotischen und biotischen Selektionsfaktoren (Beispiel: Birkenspanner, Kerguelen-Fliege)</p> <p>z. B. gruppengleiches <b>Spiel</b> zur Selektion, Durchführung, Auswertung und Reflexion Das Spiel wird evaluiert.</p> <p>Das Hardy-Weinberg-Gesetz und seine Gültigkeit werden erarbeitet.</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>ca. 2 Ustd</p>	<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><b>Strukturlegetechnik</b> zur Synthetischen Evolutionstheorie</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? Die Diskussion wird anhand der Kriterien analysiert.</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>ca. 3 Ustd. / 4 Ustd</p>	<p>erklären Modellvorstellungen zu Artbildungsprozessen (u.a. allopatrische und sympatrische Artbildung) an Beispielen (E6, UF1).</p>	<p>Anhand verschiedener zoologischer und botanischer Beispiele werden Isolationsmechanismen bearbeitet. Eine tabellarische Übersicht inkl. Modelldarstellungen wird erstellt und eine Definition zur allopatrischen und sympatrischen (und ggf. parapatrischer) Artbildung wird entwickelt.</p> <p><b>Messdaten</b> (DNA-Sequenzen (ggf. Wdh. Sequenzierungsmethoden), Verhaltensbeobachtungen, etc.) und <b>Simulationsexperimente</b> zu Hybridzonen bei Hausmäusen/ Rheinfischen (Abituraufgabe Groppen 2009)</p>
<p><i>Welche Ursachen führen zur großen Artenvielfalt?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adaptive Radiation</li> </ul> <p>ca. 1 Ustd. / 1 Ustd</p>	<p>stellen den Vorgang der adaptiven Radiation unter dem Aspekt der Anpasstheit dar (UF2, UF4).</p> <p>beschreiben Biodiversität auf verschiedenen Systemebenen (genetische Variabilität, Artenvielfalt, Vielfalt der Ökosysteme) (UF4, UF1, UF2, UF3).</p>	<p>Ein Konzept zur Entstehung der adaptiven Radiation (z. B. Lemuren auf Madagaskar, Darwinfinken, Kleidervögel, Beuteltiere) wird entwickelt.</p> <p><b>Plakate</b> zur Erstellung eines Fachposters oder <b>Simulationsspiel</b></p> <p>Die Ergebnis-Zusammenstellung auf den Plakaten bzw. des Spiels werden präsentiert.</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>ca. 2 Ustd. / 2 Ustd</p>	<p>wählen angemessene Medien zur Darstellung von Beispielen zur Coevolution aus und präsentieren die Beispiele (K3, UF2).</p> <p>beschreiben Biodiversität auf verschiedenen Systemebenen (genetische Variabilität, Artenvielfalt, Vielfalt der Ökosysteme) (UF4, UF1, UF2, UF3).</p>	<p>Recherche zu Beispielen für Coevolution und Präsentation mithilfe geeigneter Darstellungsformen</p> <p>Eine Kosten-Nutzen-Analyse wird erstellt. <b>Texte und Schemata</b> zur Kosten-Nutzen-Analyse</p> <p>Verschiedene Beispiele der Coevolution werden anhand einer selbst gewählten medialen Darstellung präsentiert. Mittels eines inhalts- und darstellungsbezogenen Kriterienkatalogs wird die Präsentation beurteilt.</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 style="text-align: right;">ca. 4 Ustd</p>	<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>Die erlernten Begriffe werden Beispielen zugeordnet.</p> <p><i>Diese Thematik kann ggf. auch im Inhaltsfeld Ökologie aufgegriffen werden.</i></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 style="text-align: right;">ca. 1 Ustd. / 1 Ustd</p>	<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><b>Strukturlegetechnik</b> zur Synthetischen Evolutionstheorie</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? Die Diskussion wird anhand der Kriterien analysiert.</p>
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>KLP-Überprüfungsform: „Darstellungsaufgabe“</b> (<i>advance organizer concept map</i>), selbstständiges Erstellen eines Evaluationsbogens,</li> <li>• <b>KLP-Überprüfungsform: „Beobachtungsaufgabe“</b> (Podiumsdiskussion)</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>KLP-Überprüfungsform: „Beurteilungsaufgabe“</b></li> <li>• Ggf. Klausur</li> </ul>		

<b>Unterrichtsvorhaben II:</b> Thema/ Kontext: Verhalten – Von der Gruppen- zur Multilevel-Selektion - <i>Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?</i>		
<b>Inhaltsfeld: Evolution</b>		
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evolution und Verhalten</li> </ul>		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> Die Schülerinnen und Schüler können ... <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>
<b>Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b>
<i>Durch welche Strategien wird die evolutionäre Fitness maximiert?</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Direkte und indirekte Fitness</li> <li>• Sexuelle Selektion</li> </ul> ca. 2 Ustd. / 2 Ustd	erläutern das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen (UF1, UF4).	Anhand verschiedener Arbeitsmaterialien wird das Konzept der Fitness hinsichtlich Fortpflanzungs- und Lebensstrategien erarbeitet.
<i>Warum setzte sich das Leben in Gruppen trotz intraspezifischer Konkurrenz bei manchen Arten durch?</i>	analysieren anhand von Daten die evolutionäre Entwicklung von Sozialstrukturen (Paarungssysteme, Habitatwahl) unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (E5,	Graphiken / Soziogramme werden aus den gewonnenen Daten und mit Hilfe der Fachliteratur erstellt.  Die Ergebnisse und Beurteilungen werden vorgestellt.

<p><i>Welche Vorteile haben die kooperativen Sozialstrukturen für den Einzelnen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leben in Gruppen</li> <li>• Kooperation</li> <li>• Sexuelle Selektion</li> <li>• Paarungssysteme</li> <li>• Brutpflegeverhalten</li> <li>• Altruismus</li> </ul> <p>ca. 2 Ustd</p>	<p>UF2, UF4, K4).</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> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u>  <b>KLP-Überprüfungsform: „Präsentationsaufgabe“</b>, schriftliche Überprüfung</p>		

<p><b>Unterrichtsvorhaben III:</b></p>	
<p>Thema/ Kontext: Spuren der Evolution – <i>Wie kann man Evolution sichtbar machen?</i></p>	
<p><b>Inhaltsfeld: Evolution</b></p>	
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evolutionsbelege</li> </ul>	<p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b>  Die Schülerinnen und Schüler können ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>E2</b> Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern.</li> <li>• <b>E3</b> mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten.</li> </ul>

Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p><i>Wie lassen sich Rückschlüsse auf Verwandtschaft ziehen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwandtschaftsbeziehungen</li> <li>• Divergente und konvergente Entwicklung</li> <li>• Stellenäquivalenz</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca. 3 Ustd. / 5 Ustd</p>	<p>erstellen und analysieren Stammbäume anhand von Daten zur Ermittlung der Verwandtschaftsbeziehungen von Arten (E3, E5).</p> <p>deuten Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Merkmalen von Organismen zum Beleg konvergenter und divergenter Entwicklungen (E5).</p> <p>stellen Belege für die Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie [(u.a. Molekularbiologie)] adressatengerecht dar (K1, K3).</p>	<p>Die Homologiekriterien werden anhand ausgewählter Beispiele erarbeitet und formuliert (u.a. auch Entwicklung von Progressions- und Regressionsreihen). Der Unterschied zur konvergenten Entwicklung wird diskutiert.</p> <p>Beispiele in Bezug auf homologe oder konvergente Entwicklung werden analysiert (Strauß /Nandu, Stachelschwein/ Greifstachler, südamerikanischer /afrikanischer Lungenfisch).</p>
<p><i>Wie lässt sich evolutiver Wandel auf genetischer Ebene belegen?</i></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>Unterschiedliche molekulargenetische Methoden werden erarbeitet und mit Stammbäumen, welche auf klassischen Datierungsmethoden beruhen, verglichen.</p> <p><b>molekulargenetische Untersuchungsergebnisse</b> u. a. am Bsp. der Hypophysenhinterlappenhormone</p>

<p>ca. 3 Ustd. / 5 Ustd</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>Neue Möglichkeiten der Evolutionsforschung werden beurteilt: Sammeln von Pro- und Contra-Argumenten Anhand der Materialien werden Hypothesen zur konvergenten und divergenten Entwicklung entwickelt.</p>
<p><i>Wie lässt sich die Abstammung von Lebewesen systematisch darstellen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Systematik</li> </ul> <p>ca. 1 Ustd. / 1 Ustd</p>	<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>Die Klassifikation von Lebewesen wird eingeführt. Ein Glossar wird erstellt.</p> <p>Verschiedene Stammbaumanalysemethoden werden verglichen.</p>
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> Selbstevaluation mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe, <b>KLP-Überprüfungsform: „Beobachtungsaufgabe“</b> („Strukturierte Kontroverse“)</p> <p><u>Leistungsbewertung:</u> Klausur, <b>KLP-Überprüfungsform: „Optimierungsaufgabe“</b></p>		

#### Unterrichtsvorhaben IV:

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

**Inhaltsfeld: Evolution**

<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evolution des Menschen</li> </ul>		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> Die Schülerinnen und Schüler können ... <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>UF3</b> biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen.</li> <li>• <b>E5</b> Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.</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>
<b>Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b>
<i>Mensch und Affe – wie nahe verwandt sind sie?</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Primatenevolution</li> </ul> ca. 1 Ustd. / 2 Ustd	ordnen den modernen Menschen kriteriengeleitet Primaten zu (UF3).	Tabellarischer Vergleich zur Einordnung des Menschen in den Primatenstammbaum  <b>Zoobesuch</b> <b>Beobachtungsaufgaben</b> zur evolutionären Entwicklung und Verhalten im Zoo  <b>Präsentationen</b>
<i>Wie erfolgte die Evolution des Menschen?</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hominidenevolution</li> </ul> ca. 2 Ustd. / 4 Ustd	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.  <b>Exkursion</b> Neandertalmuseum (Workshop zur Hominidenevolution)  Bewerten der Zuverlässigkeit von wissenschaftlichen Quellen/ Untersuchungen

<p><i>Wieviel Neandertaler steckt in uns?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Homo sapiens sapiens und Neandertaler</li> </ul> <p>ca. 1 Ustd. / 1 Ustd</p>	<p>diskutieren wissenschaftliche Befunde und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch-konstruktiv (K4, E7).</p>	<p>Wissenschaftliche Untersuchungen werden kritisch analysiert.  <b>Materialien</b> zu molekularen Untersuchungsergebnissen (Neandertaler, Homo sapiens sapiens)</p>
<p><i>Wie lässt sich Rassismus biologisch widerlegen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menschliche Rassen gestern und heute</li> </ul> <p>(ca. 1 Ustd. / 1 Ustd)</p>	<p>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).</p>	<p>Argumente werden mittels Belegen aus der Literatur erarbeitet und diskutiert.</p> <p>Die Podiumsdiskussion wird anhand des Kriterienkatalogs reflektiert.  <b>Texte</b> über historischen und gesellschaftlichen Missbrauch des Rasse-Begriffs  <b>Podiumsdiskussion</b>  <b>Kriterienkatalog</b> zur Auswertung von Podiumsdiskussionen</p>
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>KLP-Überprüfungsform: „Präsentationsaufgabe“</b> (Podiumsdiskussion)</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“</b> (angekündigte schriftliche Überprüfung)</li> </ul>		

---

## Inhaltsfeld 4: Neurobiologie

- **Unterrichtsvorhaben V:** Molekulare und zellbiologische Grundlagen der neuronalen Informationsverarbeitung – *Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie funktioniert es?*
- **Unterrichtsvorhaben VI:** Fototransduktion – *Wie entsteht aus der Erregung durch einfallende Lichtreize ein Sinneseindruck im Gehirn?*
- **Unterrichtsvorhaben VII:** Aspekte der Hirnforschung – *Welche Faktoren beeinflussen das Gehirn?*

### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Aufbau und Funktion von Neuronen
- Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung
- Leistungen der Netzhaut
- Plastizität und Lernen
- Methoden der Neurobiologie

### Basiskonzepte:

#### System

Neuron, Membran, Ionenkanal, Synapse, Gehirn, Netzhaut, Fototransduktion, Farbwahrnehmung, Kontrastwahrnehmung

#### Struktur und Funktion

Neuron, Natrium-Kalium-Pumpe, Potentiale, Amplituden- und Frequenzmodulation, Synapse, Neurotransmitter, Hormon, *second messenger*, Reaktionskaskade, Fototransduktion, Sympathikus, Parasympathikus, Neuroenhancer

#### Entwicklung

Neuronale Plastizität

#### Zeitbedarf:

ca. 22 UStd. à 67,5 Minuten (Grundkurs)

ca. 33 UStd. à 67,5 Minuten (Leistungskurs)

## Unterrichtsvorhaben V

**Thema/Kontext:** Molekulare und zellbiologische 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)

#### 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 sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<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><i>Ggf. Wdh. Ionenbegriff, Brownsche Molekularbewegung, Diffusion/Osmose</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bioelektrizität</li> <li>• Ruhepotential</li> <li>• Aktionspotential</li> <li>• Leitungsgeschwindigkeiten</li> </ul>	<p>beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1).</p> <p>erklären Ableitungen von Potentialen mittels Messselektroden an Axon und Synapse und werten Messergebnisse unter Zuordnung der molekularen Vorgänge an Biomembranen aus (E5, E2, UF1, UF2).</p> <p>vergleichen die Weiterleitung des Aktionspotentials an myelinisierten und nicht myelinisierten Axonen miteinander und stellen diese unter dem Aspekt der Leitungsgeschwindigkeit in einen funktionellen Zusammenhang (UF2, UF3, UF4).</p>	<p>SuS knüpfen an Vorwissen aus der Sekundarstufe I an und erweitern und vertiefen ihre Kenntnisse zum Aufbau und der Funktion eines (Wirbeltier-)Neurons.</p> <p>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> <p>Vorgänge am Axon während eines Aktionspotentials</p> <p>Experiment von VON HELMHOLTZ zur Bestimmung der Leitungsgeschwindigkeit im Axon</p> <p>Elektrophysiologische Untersuchungen von HODGKIN und HUXLEY an Riesenaxonen des <i>Loligo</i></p> <p><b>Modelldarstellung</b> zur saltatorischen Erregungsleitung (z. B. Domino-Modell)</p> <p>SuS lernen die Abhängigkeit der Leitungsgeschwindigkeit vom Durchmesser der Neuronen kennen und unterscheiden die kontinuierliche von der saltatorischen Erregungsleitung.</p>

<b>Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saltatorische und kontinuierliche Erregungsleitung</li> </ul> <p style="text-align: center;">ca. 5 Ustd. / 5 Ustd</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Patch Clamp-Technik</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca. 2 Ustd</p>	<p>leiten aus Messdaten der Patch-Clamp-Technik Veränderungen von Ionenströmen durch Ionenkanäle ab und entwickeln dazu Modellvorstellungen (E5, E6, K4).</p>	<p><b>Informationstext</b> zu den Einzelkanalexperimenten (Gigaseal) von NEHER und SAKMAN</p> <p>SuS stellen die Einzelkanalexperimente als Referat nach vorgegebener Literatur z. B. in Form einer Powerpoint-Präsentation vor.</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>• Verschaltung von Neuronen</li> <li>• erregende und hemmende Synapsen</li> <li>• Frequenz- und Amplitudenmodu-</li> </ul>	<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>erklären Ableitungen von Potentialen mittels Messselektroden an Axon und Synapse und werten Messergebnisse unter Zuordnung der molekularen Vorgänge an Biomembranen aus (E5, E2, UF1, UF2).</p>	<p>SuS gewinnen einen ersten Eindruck von der Verschaltung von Neuronen und von der strukturellen und funktionalen Plastizität neuronaler Strukturen.</p> <p>Einsatz von selbst erstellten, großen <b>Schaubildern mit beweglichen Einzelteilen</b> (Modelle, z. B. Moosgummi) zum Aufbau des Wirbeltierneurons und der Synapse</p>

Mögliche <i>didaktische Leitfragen/</i> Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>lation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verrechnung von Potentialen (EPSP und IPSP)</li> </ul> <p>ca. 5 Ustd. / 5 Ustd</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• endo- und exogene Stoffe</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>Bzw. für den Grundkurs: Erklären Wirkungen von exogenen Substanzen auf den Körper und bewerten mögliche Folgen für Individuum und Gesellschaft (B3, B4, B2, UF4).</p>	<p><b>Arbeitsblatt</b> mit Übungsaufgaben zur neuronalen Verrechnung unter Berücksichtigung von EPSP und IPSP SuS lernen die Unterschiede zwischen zeitlicher und räumlicher Summation kennen.</p> <p><b>Informationstexte</b> und <b>Messdaten</b> zu erregenden und hemmenden Neurotransmittern und zu Eigenschaften von Neurotransmittern</p> <p><b>Lerntempoduett</b> (oder <b>Lerntempoquartett</b>) zu den Angriffspunkten verschiedener Drogen und Gifte</p> <p>SuS differenzieren zwischen Aktionspotential, erregendem postsynaptischen Potential und <b>Endplattenpotential</b>.</p> <p>SuS ordnen Ableitungen zu den verschiedenen Stellen im Perikaryon und Axon zu und bilden Hypothesen zu den Spannungsverläufen an ausgewählten Stellen des Neurons.</p> <p>SuS ermitteln die Eigenschaften der Neurotransmitter und</p>

<b>Mögliche <i>didaktische Leitfragen</i>/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b>
<p>ca. 3 Ustd. / 4 Ustd</p>		<p>präsentieren diese.</p> <p>SuS bearbeiten Texte zu hemmenden und erregenden Giften unter Berücksichtigung von Dosis-Wirkungsbeziehungen (Antidot-Wirkungen).</p>

## Unterrichtsvorhaben VI

**Thema/Kontext:** 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)

#### 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 sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p style="text-align: right;">ca. 2 Ustd</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fototransduktion</li> <li>• <i>second messenger</i></li> <li>• Reaktionskaskade</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca. 4 Ustd</p>	<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>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><u>Arbeitsmaterial</u> zur Fototransduktion, <b>Ggf. Modell</b> für den Stop-Motion-Film <b>App</b> zur Erstellung eines Stop-Motion-Films, z. B. „PicPac“  <a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=tv.picpac&amp;hl=de">https://play.google.com/store/apps/details?id=tv.picpac&amp;hl=de</a></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>

## Unterrichtsvorhaben VII

**Thema/Kontext:** Aspekte der Hirnforschung – *Welche Faktoren beeinflussen unser Gehirn?*

### Inhaltsfeld 4: Neurobiologie

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

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

#### 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.







<b>Mögliche <i>didaktische Leitfragen/</i> Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenz-erwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b>
<p>ca. 2 Ustd. / 2 Ustd</p>		<p>kennen. Diese Kenntnisse ermöglichen es ihnen, eine eigene kritisch reflektierte Position zu beziehen.</p> <p>Ausgewählte Zeitungsartikel liefern Informationen und die Basis dafür, dass eine fachlich fundierte Arbeit im Kompetenzbereich Bewertung möglich wird.</p> <p>Die Initiative „Wissenschaft in die Schulen!“ (WIS) bietet eine vollständige Unterrichtsreihe zum Neuroenhancement an.</p>