

---

**Schulinterner Lehrplan für die Einführungsphase  
am Ernst-Moritz-Arndt-Gymnasium Bonn**

**zum Kernlehrplan für die gymnasiale Oberstufe**

# **Biologie**

**(Stand: 1.8.2014)**

## **Inhalt**

	Seite
<b>1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit</b>	<b>2</b>
<b>2 Entscheidungen zum Unterricht</b>	<b>3</b>
2.1 Unterrichtsvorhaben	3
2.1.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben	4
2.1.2 Mögliche Konkretisierte Unterrichtsvorhaben	6
2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit	26
2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung	27
2.4 Lehr- und Lernmittel	29

# 1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

Das Ernst-Moritz-Arndt-Gymnasium liegt zentral in Bonn-West in unmittelbarer Nähe zu den naturwissenschaftlichen Fakultäten der Universität Bonn. Freilandexkursionen, z.B. zur Gewässerökologie und Unterrichtsgänge, z.B. ins Museum König oder zu Instituten der Universität Bonn können im Stadtgebiet, aber auch im benachbarten Rhein-Sieg-Kreis problemlos zu Fuß oder mit dem öffentlichen Nahverkehr durchgeführt werden. Das Schulgebäude verfügt über zwei Biologiefachräume und einen NW-Raum, der gemeinsam mit den Fachschaften Physik und Chemie genutzt wird. In der Sammlung sind in ausreichender Anzahl regelmäßig gewartete Lichtmikroskope und Fertigpräparate zu verschiedenen Zell und Gewebetypen vorhanden sowie Osmometer, ein Enzymkoffer, und diverse Testkits im Klassensatz. Zudem verfügt die Sammlung über zahlreiche Modelle und mehrere 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.

Die Fachgruppe Biologie verfügt über 14 mobile Laptops, die gut für Rechercheaufträge genutzt werden können. Für größere Projekte stehen auch zwei Informatikräume mit jeweils 20 Computern zur Verfügung, die im Vorfeld reserviert werden müssen. Außerdem steht die webbasierte Lern- und Arbeitsplattform „moodle“ zur Verfügung. Die Lehrerbesetzung 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 4-5 Grundkursen vertreten, wobei insbesondere Seiteneinsteiger, z. T. mit Migrationshintergrund, dieses Fach gerne belegen. 1-2 Grundkurse Biologie werden in der Einführungsphase bilingual unterrichtet, die Unterrichtssprache ist dabei vornehmlich Englisch.

In der Qualifikationsphase können auf Grund der Schülerwahlen in der Regel 2 – 3 Grundkurse und zwei Leistungskurse gebildet werden.

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

<b>Jg.</b>	<b>Fachunterricht von 5 bis 6</b>
<b>5</b>	BI (2)
<b>6</b>	BI (2)
<b>Fachunterricht von 7 bis 9</b>	
<b>7</b>	BI (2)
<b>8</b>	BI (1)
<b>9</b>	BI (1)
<b>Fachunterricht in der EF und in der QPH</b>	
<b>10</b>	BI (3)
<b>11</b>	BI (3/5)
<b>12</b>	BI (3/5)

Die Unterrichtstaktung an der Schule folgt einem 45 Minutenraster, wobei angestrebt wird, dass der naturwissenschaftliche Unterricht möglichst in Doppelstunden stattfindet.

In vielen 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.

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

## **2 Entscheidungen zum Unterricht**

### **2.1 Unterrichtsvorhaben**

## 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. 11 Std. à 45 Minuten</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben II:</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><b>Zeitbedarf:</b> ca. 12 Std. à 45 Minuten</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben III:</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>	<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 (Energiestoffwechsel)</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p>

<p>♦ Biomembranen ♦ Stofftransport zwischen Kompartimenten (Teil 2)</p> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 22 Std. à 45 Minuten</p>	<p>♦ Enzyme</p> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 19 Std. à 45 Minuten</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></p> <p>♦ Dissimilation ♦ Körperliche Aktivität und Stoffwechsel</p> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 26 Std. à 45 Minuten</p>	
<p><b>Summe Einführungsphase: 90 Stunden</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:** Kein Leben ohne Zelle II – *Welche Bedeutung haben Zellkern und Nukleinsäuren für das Leben?*
- **Unterrichtsvorhaben III:** Erforschung der Biomembran – *Welche Bedeutung haben technischer Fortschritt und Modelle für die Forschung?*

### 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. 45 Std. à 45 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. 11 Std. à 45 Minuten		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> Die Schülerinnen und Schüler können ... <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>UF1</b> ausgewählte biologische Phänomene und Konzepte beschreiben.</li> <li>• <b>UF2</b> biologische Konzepte zur Lösung von Problemen in eingegrenzten Bereichen auswählen und dabei Wesentliches von Unwesentlichem unterscheiden.</li> <li>• <b>K1</b> Fragestellungen, Untersuchungen, Experimente und Daten strukturiert dokumentieren, auch mit Unterstützung digitaler Werkzeuge.</li> </ul>	
<b>Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ...	<b>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b>
SI-Vorwissen		<b>multiple-choice-Test</b> z.B. zu Zelle, Gewebe, Organ und Organismus,  <b>Informationstexte</b> einfache, kurze Texte zum notwendigen Basiswissen	<b>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:</b> <b>SI-Vorwissen wird ohne Benotung ermittelt (z.B. Selbstevaluationsbogen)</b>  Möglichst selbstständiges Aufarbeiten des Basiswissens zu den eigenen Test-Problemstellen.
Zelltheorie – <i>Wie entsteht aus einer zufälligen Beobachtung eine wissenschaftliche Theorie?</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelltheorie</li> <li>• Organismus, Organ, Gewebe, Zelle</li> </ul>	stellen den wissenschaftlichen Erkenntniszuwachs zum Zellaufbau durch technischen Fortschritt an Beispielen (durch Licht-, Elektronen- und Fluoreszenzmikroskopie) dar (E7).	<b>Advance Organizer</b> zur Zelltheorie  <b>Gruppenpuzzle</b> vom technischen Fortschritt und der Entstehung einer Theorie	Zentrale Eigenschaften naturwissenschaftlicher Theorien ( <i>Nature of Science</i> ) werden beispielhaft erarbeitet.

<p><i>Was sind pro- und eukaryotische Zellen und worin unterscheiden sie sich grundlegend?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau pro- und eukaryotischer Zellen</li> </ul>	<p>beschreiben den Aufbau pro- und eukaryotischer Zellen und stellen die Unterschiede heraus (UF3).</p>	<p><b>elektronenmikroskopische Bilder</b> sowie <b>2D-Modelle</b> zu tierischen, pflanzlichen und bakteriellen Zellen</p>	<p>Gemeinsamkeiten und Unterschiede der verschiedenen Zellen werden erarbeitet. EM-Bild wird mit Modell verglichen.</p>
<p><i>Wie ist eine Zelle organisiert und wie gelingt es der Zelle so viele verschiedene Leistungen zu erbringen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktion von Zellorganellen</li> <li>• Zellkompartimentierung</li> <li>• Endo – und Exocytose</li> <li>• Endosymbiontentheorie</li> </ul>	<p>beschreiben Aufbau und Funktion der Zellorganellen und erläutern die Bedeutung der Zellkompartimentierung für die Bildung unterschiedlicher Reaktionsräume innerhalb einer Zelle (UF3, UF1).</p> <p>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>Zelle, Gewebe, Organe, Organismen – <i>Welche Unterschiede bestehen zwischen Zellen, die verschiedene Funktionen übernehmen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelldifferenzierung</li> </ul>	<p>ordnen differenzierte Zellen auf Grund ihrer Strukturen spezifischen Geweben und Organen zu und erläutern den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (UF3, UF4, UF1).</p>	<p><b>Mikroskopieren</b> von verschiedenen Zelltypen</p>	<p><b>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:</b> <b>Mikroskopieren von Präparaten verschiedener Zelltypen</b></p>
---	---	--	---

Diagnose von Schülerkompetenzen:

- SI-Vorwissen wird ohne Benotung ermittelt : Überprüfen der Kompetenzen im Vergleich zum Start der Unterrichtsreihe

Leistungsbewertung:

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

**Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:**

<p><b>Unterrichtsvorhaben II:</b> <b>Thema/Kontext:</b> Kein Leben ohne Zelle II – <i>Welche Bedeutung haben Zellkern und Nukleinsäuren für das Leben?</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>• Funktion des Zellkerns</li> <li>• Zellverdopplung und DNA</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 12 Std. à 45 Minuten</p>	<p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> Die Schülerinnen und Schüler können ...</p> <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>		
<p><b>Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b></p>	<p><b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ...</p>	<p><b>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b></p>	<p><b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b></p>
<p>Erhebung und Reaktivierung</p>		<p><b>Strukturlegetechnik bzw. Netzwerktechnik</b></p>	<p><b>Verbindlicher Beschluss der</b></p>

von SI-Vorwissen			<b>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.
<p><i>Was zeichnet eine naturwissenschaftliche Fragestellung aus und welche Fragestellung lag den Acetabularia und den Xenopus-Experimenten zugrunde?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erforschung der Funktion des Zellkerns in der Zelle</li> </ul>	<p>benennen Fragestellungen historischer Versuche zur Funktion des Zellkerns und stellen Versuchsdurchführungen 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>Plakat</b> zum wissenschaftlichen Erkenntnisweg</p> <p><i>Acetabularia-Experimente</i> von Hämmerling</p> <p><b>Experiment</b> zum Kerntransfer bei <i>Xenopus</i></p>	Naturwissenschaftliche Fragestellungen werden kriteriengeleitet entwickelt und Experimente ausgewertet.
<p><i>Welche biologische Bedeutung hat die Mitose für einen Organismus?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mitose (Rückbezug auf Zelltheorie)</li> <li>Interphase</li> </ul>	<p>begründen die biologische Bedeutung der Mitose auf der Basis der Zelltheorie (UF1, UF4).</p> <p>erläutern die Bedeutung des Cytoskeletts für [den intrazellulären Transport und] die Mitose (UF3, UF1).</p>	<p><b>Informationstexte</b> und <b>Abbildungen</b></p> <p><b>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>	Die Funktionen des Cytoskeletts werden erarbeitet.
<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 Vorkom-</li> </ul>	ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle [Kohlenhydrate, Lipide, Proteine,] Nucleinsäuren den verschie-		

<p>men von Nukleinsäuren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau der DNA</li> <li>• Mechanismus der DNA-Replikation in der S-Phase der Interphase</li> </ul>	<p>denen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften (UF1, UF3).</p> <p>erklären den Aufbau der DNA mithilfe eines Strukturmodells (E6, UF1).</p> <p>beschreiben den semikonservativen Mechanismus der DNA-Replikation (UF1, UF4).</p>	<p><b>Modellbaukasten</b> zur DNA Struktur und Replikation</p> <p><a href="http://www.ipn.uni-kiel.de/eibe/UNIT06DE.PDF">http://www.ipn.uni-kiel.de/eibe/UNIT06DE.PDF</a></p>	<p>Der DNA-Aufbau und die Replikation werden lediglich modellhaft erarbeitet. Die Komplexität wird dabei herausgestellt.</p>
<p>Verdeutlichung des Lernzuwaches</p>		<p><b>Strukturlegetechnik bzw. Netzwerktechnik</b></p>	<p>Methode wird mit denselben Begriffen wie zu Beginn des Vorhabens erneut wiederholt. Ergebnisse werden verglichen.</p>
<p><i>Welche Möglichkeiten und Grenzen bestehen für die Zellkulturtechnik?</i></p> <p>Zellkulturtechnik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotechnologie</li> <li>• Biomedizin</li> <li>• Pharmazeutische Industrie</li> </ul>	<p>zeigen Möglichkeiten und Grenzen der Zellkulturtechnik in der Biotechnologie und Biomedizin auf (B4, K4).</p>	<p><b>Informationsblatt</b> zu Zellkulturen in der Biotechnologie und Medizin- und Pharmaforschung</p> <p><b>Rollenkarten</b> zu Vertretern unterschiedlicher Interessensverbände (Pharma-Industrie, Forscher, PETA-Vertreter etc.)</p> <p><b>Pro und Kontra-Diskussion</b> zum Thema: „Können Zellkulturen Tierversuche ersetzen?“</p>	<p>Zentrale Aspekte werden herausgearbeitet.</p>
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstevaluationsbogen am Ende der Unterrichtsreihe</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Feedbackbogen und angekündigte <i>multiple-choice</i>-Tests zur Mitose; schriftliche Übung (z.B. aus einer Hypothese oder einem Versuchsdesign auf die zugrunde liegende Fragestellung schließen) zur Ermittlung der Fragestellungskompetenz (E1)</li> </ul>			

- ggf. Klausur

**Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:**

<p><b>Unterrichtsvorhaben III:</b>  <b>Thema/Kontext:</b> Erforschung der Biomembran – <i>Welche Bedeutung haben technischer Fortschritt und Modelle für die Forschung?</i>  <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. 22 Std. à 45 Minuten</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 Vorläufigkeit biologischer Modelle und Theorien beschreiben.</li> </ul>	
<p><b>Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b></p>	<p><b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b>  Die Schülerinnen und Schüler ...</p>	<p><b>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b></p>	<p><b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b></p>
<p><i>Weshalb und wie beeinflusst die Salzkonzentration den Zustand von Zellen?</i></p>	<p>führen Experimente zur Diffusion und Osmose durch und erklären diese mit Modellvorstellungen auf Teilchenebene (E4, E6, K1, K4).</p>	<p><b>Experimente</b> mit Schweineblut und Rotkohlgewebe und <b>mikroskopische Untersuchungen</b></p>	<p>SuS formulieren erste Hypothesen, planen und führen geeignete Experimente zur Überprüfung ihrer Vermutungen</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plasmolyse</li> <li>• Brownsche-Molekularbewegung</li> <li>• Diffusion</li> <li>• Osmose</li> </ul>	<p>führen mikroskopische Untersuchungen zur Plasmolyse hypothesengeleitet durch und interpretieren die beobachteten Vorgänge (E2, E3, E5, K1, K4).</p> <p>recherchieren Beispiele der Osmose und Osmoregulation in unterschiedlichen Quellen und dokumentieren die Ergebnisse in einer eigenständigen Zusammenfassung (K1, K2).</p>	<p><b>Kartoffel-Experimente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) ausgehöhlte Kartoffelhälfte mit Zucker, Salz und Stärke</li> <li>b) Kartoffelstäbchen (gekocht und ungekocht)</li> </ul> <p><b>Informationstexte, Animationen und Lehrfilme</b> zur Brownschen Molekularbewegung (physics-animations.com)</p> <p><b>Demonstrationsexperimente</b> mit Tinte oder Deo zur Diffusion</p> <p><b>Arbeitsaufträge</b> zur Recherche osmoregulatorischer Vorgänge</p> <p><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>durch.</p> <p>Versuche zur Überprüfung der Hypothesen</p> <p>Versuche zur Generalisierbarkeit der Ergebnisse werden geplant und durchgeführt.</p> <p>Phänomen wird auf Modellebene erklärt (direkte Instruktion).</p> <p>Weitere Beispiele (z. B. Salzwiese, Niere) für Osmoregulation werden recherchiert.</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</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</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>- Fluid-Mosaik-Modell</p> <p>- Erweitertes Fluid-Mosaik-Modell (Kohlenhydrate in der Biomembran)</p> <p>- Markierungsmethoden zur Ermittlung von Membranmolekülen (Proteinsonden)</p> <p>- dynamisch strukturiertes Mosaikmodell (Rezeptor-Inseln, Lipid-Rafts)</p>	<p>ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle (Kohlenhydrate, Lipide, Proteine, [Nucleinsäuren]) den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften (UF1, UF3).</p> <p>recherchieren die Bedeutung und die Funktionsweise von Tracern für die Zellforschung und stellen ihre Ergebnisse graphisch und mit Hilfe 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>Abbildungen</b> auf der Basis von Gefrierbruchtechnik und Elektronenmikroskopie</p> <p><b>Partnerpuzzle</b> zum Flüssig-Mosaik-Modell</p> <p><b>Arbeitsblatt 1:</b> Original-Auszüge aus dem Science-Artikel von Singer und Nicolson (1972)</p> <p><b>Arbeitsblatt 2:</b> Heterokaryon-Experimente von Frye und Edidin (1972)</p> <p><b>Experimente</b> zur Aufklärung der Lage von Kohlenhydraten in der Biomembran</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>Das Membranmodell muss erneut modifiziert werden.</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>
--	---	---	---

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Nature of Science</i> – naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen</li> </ul>			<p>Ein Reflexionsgespräch 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 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>• KLP-Überprüfungsform: „Beurteilungsaufgabe“ und „Optimierungsaufgabe“ (z.B. Modellkritik an Modellen zur Biomembran oder zu Transportvorgängen) zur Ermittlung der Modell-Kompetenz (E6)</li> <li>• ggf. Klausur</li> </ul>			



## Einführungsphase:



**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. 45 Std. à 45 Minuten

**Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:**

<b>Unterrichtsvorhaben IV:</b> <b>Thema/Kontext:</b> Enzyme im Alltag – <i>Welche Rolle spielen Enzyme in unserem Leben?</i> <b>Inhaltsfelder:</b> IF 1 (Biologie der Zelle), IF 2 (Energistoffwechsel)			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enzyme</li> </ul> <b>Zeitbedarf:</b> ca. 19 Std. à 45 Minuten		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> Die Schülerinnen und Schüler können ... <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>	
<b>Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ...	<b>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b>
<i>Wie sind Zucker aufgebaut und wo spielen sie eine Rolle?</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Monosaccharid,</li> <li>• Disaccharid</li> <li>• Polysaccharid</li> </ul>	ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle (Kohlenhydrate, [Lipide, Proteine, Nucleinsäuren]) den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften (UF1, UF3).	<b>Informationstexte</b> zu funktionellen Gruppen und ihren Eigenschaften sowie Kohlenhydratklassen und Vorkommen und Funktion in der Natur  <b>„Spickzettel“</b> als legale Methode des Memorierens  <b>Museumsgang</b>  <b>Beobachtungsbogen</b> mit Kriterien für „gute Spickzettel“	Gütekriterien für gute „Spickzettel“ werden erarbeitet (Übersichtlichkeit, auf das Wichtigste beschränkt, sinnvoller Einsatz von mehreren Farben, um Inhalte zu systematisieren etc.) werden erarbeitet.  Der beste „Spickzettel“ kann gekürt werden.
<i>Wie sind Proteine aufgebaut und wo spielen sie eine Rolle?</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aminosäuren</li> </ul>	ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle ([Kohlenhydrate, Lipide],	<b>Haptische Modelle</b> (z.B. Legomodelle) zum Proteinaufbau	Der Aufbau von Proteinen wird erarbeitet.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peptide, Proteine</li> <li>• Primär-, Sekundär-, Tertiär-, Quartärstruktur</li> </ul>	Proteine, [Nucleinsäuren]) den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften (UF1, UF3).	<b>Informationstexte</b> zum Aufbau und der Struktur von Proteinen	Die Quartärstruktur wird am Beispiel von Hämoglobin veranschaulicht.
<p><i>Welche Bedeutung haben Enzyme im menschlichen Stoffwechsel?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktives Zentrum</li> <li>• Allgemeine Enzymgleichung</li> <li>• Substrat- und Wirkungsspezifität</li> </ul>	beschreiben und erklären mithilfe geeigneter Modelle Enzymaktivität und Enzymhemmung (E6).	<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><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>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>Modelle zur Funktionsweise des aktiven Zentrums werden erstellt.</p> <p>Hier bietet sich an die Folgen einer veränderten Aminosäurese-</p>

			quenz, z. B. bei Lactase mithilfe eines Modells zu diskutieren.
<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 / Reaktionsschwelle</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> zum Nachweis der Konzentrations-, Temperatur- und pH-Abhängigkeit (Lactase und Bromelain)</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.</p> <p>Wichtig: Denaturierung im Sinne einer irreversiblen Hemmung durch Temperatur, pH-Wert und Schwermetalle muss herausgestellt werden.</p> <p>Die Wechselzahl wird problematisiert.</p> <p><b>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:</b> <b>Durchführung von Experimenten zur Ermittlung von Enzymeigenschaften an ausge-</b></p>

<p><i>Wie wird die Aktivität der Enzyme in den Zellen reguliert?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kompetitive Hemmung,</li> <li>• allosterische (nicht kompetitive) Hemmung</li>   <li>• Substrat und Endprodukthemmung</li> </ul>	<p>beschreiben und erklären mithilfe geeigneter Modelle Enzymaktivität und Enzymhemmung (E6).</p>	<p><b>Gruppenarbeit</b>  <b>Informationsmaterial</b> zu Trypsin (allosterische Hemmung) und Allopurinol (kompetitive Hemmung)</p> <p><b>Checkliste</b> mit Kriterien zur Modellkritik</p>	<p><b>wählten Beispielen.</b></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 Grenzen für den Einsatz von Enzymen in biologisch-technischen Zusammenhängen an und wägen die Bedeutung für unser heutiges Leben ab (B4).</p>	<p><b>(Internet)Recherche</b></p>	<p>Die Bedeutung enzymatischer Reaktionen für z.B. Veredlungsprozesse und medizinische Zwecke wird herausgestellt.</p> <p>Als Beispiel können Enzyme im Waschmittel und ihre Auswirkung auf die menschliche Haut besprochen und diskutiert werden.</p>
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstevaluationsbogen am Ende der Unterrichtsreihe</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>multiple choice</i> -Tests</li> <li>• KLP-Überprüfungsform: „experimentelle Aufgabe“ (z.B. Entwickeln eines Versuchsaufbaus in Bezug auf eine zu Grunde liegende Fragestellung und/oder Hypothese) zur Ermittlung der Versuchsplanungskompetenz (E4)</li> <li>• ggf. Klausur</li> </ul>			

**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. 26 Std. à 45 Minuten		<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>Belastungstest</b>  <b>Selbstbeobachtungsprotokoll</b> zu Herz, Lunge, Durchblutung Muskeln	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)</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><i>Welche Faktoren beeinflussen den Energieumsatz und welche Methoden helfen bei der Bestimmung?</i></p> <p><i>Systemebenen: Organismus, Gewebe, Zelle, Molekül</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieumsatz (Grundumsatz und Leistungsumsatz)</li> <li>• Direkte und indirekte Kalorimetrie</li> </ul>	<p>stellen Methoden zur Bestimmung des Energieumsatzes bei körperlicher Aktivität vergleichend dar (UF4).</p>	<p><b>Film</b> zur Bestimmung des Grund- und Leistungsumsatzes <b>Film</b> zum Verfahren der Kalorimetrie (Kalorimetrische Bombe / Respiratorischer Quotient)</p>	<p>Der Zusammenhang zwischen respiratorischem Quotienten und Ernährung wird erarbeitet.</p>

<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><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 Kapillarisierung</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>Systemebene: Molekül</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>Systemebenen: Zelle, Molekül</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tracermethode</li> <li>• Glykolyse</li> <li>• Zitronensäurezyklus</li> <li>• Atmungskette</li> </ul>	<p>präsentieren eine Tracermethode bei der Dissimilation adressatengerecht (K3).</p> <p>erklären die Grundzüge der Dissimilation unter dem Aspekt der Energieumwandlung mithilfe einfacher Schemata (UF3).</p> <p>beschreiben und präsentieren die ATP-Synthese im Mitochondrium mithilfe vereinfachter Schemata (UF2, K3).</p>	<p><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 Protonengradienten in den Mitochondrien für die ATP-Synthase (vereinfacht)</p>	<p>Grundprinzipien von molekularen Tracern werden wiederholt.</p> <p>Experimente werden unter dem Aspekt der Energieumwandlung ausgewertet.</p>
<p><i>Wie funktional sind bestimmte Trainingsprogramme und Ernährungsweisen für bestimmte Trainingsziele?</i></p> <p>Systemebenen: Organismus,</p>	<p>erläutern unterschiedliche Trainingsformen adressatengerecht und begründen sie mit Bezug auf die Trainingsziele (K4).</p>	<p><b>Fallstudien</b> aus der Fachliteratur (Sportwissenschaften)</p>	<p>Hier können Trainingsprogramme und Ernährung unter Berücksichtigung von Trainingszielen (Aspekte z.B. Ausdauer, Kraftausdauer, Maximalkraft) und der Organ- und Zellebene (Mitochondrienanzahl, Myoglo-</p>



<p><i>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>erklären mithilfe einer graphischen Darstellung die zentrale Bedeutung des Zitronensäurezyklus im Zellstoffwechsel (E6, UF4).</p>	<p><b>Arbeitsblatt</b> mit einem vereinfachten Schema des Zitronensäurezyklus und seiner Stellung im Zellstoffwechsel (Zusammenwirken von Kohlenhydrat, Fett und Proteinstoffwechsel)</p>	<p>binkonzentration, 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 Historische Fallbeispiele zum Einsatz von EPO (Blutdoping) im Spitzensport</p> <p><b>Weitere Fallbeispiele</b> zum Einsatz anaboler Steroide in Spitzensport und Viehzucht</p>	<p>Juristische und ethische Aspekte werden auf die ihnen zugrunde liegenden Kriterien reflektiert.</p> <p>Verschiedene Perspektiven und deren Handlungsoptionen werden erarbeitet, deren Folgen abgeschätzt und bewertet.</p> <p>Bewertungsverfahren und Begriffe werden geübt und gefestigt.</p>
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstevaluationsbogen am Ende der Unterrichtsreihe</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• KLP-Überprüfungsform: „Bewertungsaufgabe“ zur Ermittlung der Entscheidungskompetenz (B2), ggf. Klausur.</li> </ul>			

---

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

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

### Überfachliche Grundsätze:

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

### Fachliche Grundsätze:

- 15.) Der Biologieunterricht orientiert sich an den im gültigen Kernlehrplan ausgewiesenen, obligatorischen Kompetenzen.
- 16.) Der Biologieunterricht ist problemorientiert und an Unterrichtsvorhaben und Kontexten ausgerichtet.
- 17.) Der Biologieunterricht ist lerner- und handlungsorientiert, d.h. im Fokus steht das Erstellen von Lernprodukten durch die Lerner.
- 18.) Der Biologieunterricht ist kumulativ, d.h. er knüpft an die Vorerfahrungen und das Vorwissen der Lernenden an und ermöglicht das Erlernen von neuen Kompetenzen.
- 19.) Der Biologieunterricht fördert vernetzendes Denken und zeigt dazu eine über die verschiedenen Organisationsebenen bestehende Vernetzung von biologischen Konzepten und Prinzipien mithilfe von Basiskonzepten auf.

- 20.) Der Biologieunterricht folgt dem Prinzip der Exemplarizität und gibt den Lernenden die Gelegenheit, Strukturen und Gesetzmäßigkeiten möglichst anschaulich in den ausgewählten Problemen zu erkennen.
- 21.) Der Biologieunterricht bietet nach Produkt-Erarbeitungsphasen immer auch Phasen der Metakognition, in denen zentrale Aspekte von zu erlernenden Kompetenzen reflektiert werden.
- 22.) Der Biologieunterricht ist in seinen Anforderungen und im Hinblick auf die zu erreichenden Kompetenzen für die Lerner transparent.
- 23.) Im Biologieunterricht werden Diagnoseinstrumente zur Feststellung des jeweiligen Kompetenzstandes der Schülerinnen und Schüler durch die Lehrkraft, aber auch durch den Lerner selbst eingesetzt.
- 24.) Der Biologieunterricht bietet immer wieder auch Phasen der Übung.
- 25.) Der Biologieunterricht bietet die Gelegenheit zum selbstständigen Wiederholen und Aufarbeiten von verpassten Unterrichtsstunden. Hierzu ist ein (geschlossener) virtueller Arbeitsraum auf der Lernplattform lo-net2 angelegt, in dem sowohl Protokolle und eine Linkliste mit „guten Internetseiten“ als auch die im Kurs verwendeten Arbeitsblätter bereitgestellt werden.

### **2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung**

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

#### **Beurteilungsbereich: Sonstige Mitarbeit**

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

- Verfügbarkeit biologischen Grundwissens
- Sicherheit und Richtigkeit in der Verwendung der biologischen Fachsprache
- Sicherheit, Eigenständigkeit und Kreativität beim Anwenden fachspezifischer Methoden und Arbeitsweisen (z. B. beim Aufstellen von Hypothesen, bei Planung und Durchführung von Experimenten, beim Umgang mit Modellen, ...)

- Zielgerichtetheit bei der themenbezogenen Auswahl von Informationen und Sorgfalt und Sachrichtigkeit beim Belegen von Quellen
- Sauberkeit, Vollständigkeit und Übersichtlichkeit der Unterrichtsdokumentation, ggf. Portfolio
- Sachrichtigkeit, Klarheit, Strukturiertheit, Fokussierung, Ziel- und Adressatenbezogenheit in mündlichen und schriftlichen Darstellungsformen, auch mediengestützt
- Sachbezogenheit, Fachrichtigkeit sowie Differenziertheit in verschiedenen Kommunikationssituation (z. B. Informationsaustausch, Diskussion, Feedback, ...)
- Reflexions- und Kritikfähigkeit
- Schlüssigkeit und Differenziertheit der Werturteile, auch bei Perspektivwechsel
- Fundiertheit und Eigenständigkeit der Entscheidungsfindung in Dilemmasituationen

## **Beurteilungsbereich: Klausuren**

### **Einführungsphase:**

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

### **Qualifikationsphase 1:**

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

### **Qualifikationsphase 2.1:**

2 Klausuren pro Halbjahr (je 135 Minuten im GK und je 180 Minuten im LK).

### **Qualifikationsphase 2.2:**

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

Die Leistungsbewertung in den Klausuren wird mit Blick auf die schriftliche Abiturprüfung mit Hilfe eines Kriterienrasters („Erwartungshorizont“) durchgeführt, welches neben den inhaltsbezogenen Teilleistungen auch darstellungsbezogene Leistungen ausweist. Dieses Kriterienraster wird den Schülerinnen und Schülern transparent gemacht.

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

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

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

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

## **2.4 Lehr- und Lernmittel**

Für den Biologieunterricht in der Sekundarstufe II ist derzeit kein neues Schulbuch eingeführt. Über die Einführung eines neuen Lehrwerks ist ggf. nach Vorliegen entsprechender Verlagsprodukte zu beraten und zu entscheiden. Bis zu diesem Zeitpunkt wird auf der Grundlage der zur Verfügung stehenden Lehrwerke die inhaltliche und die kompetenzorientierte Passung vorgenommen, die sich am Kernlehrplan SII orientiert.

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten die im Unterricht behandelten Inhalte in häuslicher Arbeit nach.

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

#### **Der Lehrplannavigator:**

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

#### **Die Materialdatenbank:**

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

**Die Materialangebote von SINUS-NRW:** <http://www.standardsicherung.nrw.de/sinus/>

# Schulinternes Curriculum für die Qualifikationsphase

Qualifikationsphase 1				
Inhaltsfeld 3: Genetik				
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Proteinbiosynthese, Genregulation, Meiose und Rekombination, Analyse von Familienstammbäumen, Gentechnologie, Bioethik <b>Zeitbedarf:</b> ca. 76 Std. im LK (45 Std. im GK) à 45 Minuten				
Kontexte	Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzen	Konkretisierte Kompetenzen (wird an anderer Stelle bearbeitet, LK-Kompetenzen sind kursiv dargestellt)	Bemerkungen	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obligatorische Inhalte</li> <li>• [fakultative Inhalte]</li> </ul> <b>zusätzlich Inhalte im LK</b>	Die Schülerinnen und Schüler können...	Die Schülerinnen und Schüler...		
<b>Proteinbiosynthese</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bakterien [und Viren] als Modellorganismen in der molekular-genetischen Forschung</li> <li>• [Wdh.: Aufbau und Struktur der mRNA im Vergleich zur DNA]</li> <li>• Proteinbiosynthese bei Prokaryonten und Eukaryonten</li> <li>• genetischer Code</li> <li>• Auswirkungen von Genmutationen</li> </ul> Zeitbedarf: LK ca. 15 Std. GK ca. 8 Std.	UF1: biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.  UF2: zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden.  <b>nur LK:</b> <i>E1: selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren.</i>  <i>E3: mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten.</i> <i>E4: Experimente mit komplexen Versuchsplänen und –aufbauten mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien (Sicherheit, Mess-vorschriften, Variablenkontrolle, Fehleranalyse) durchführen.</i>  <i>E5: Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammen-hänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.</i>	begründen die Verwendung bestimmter Modellorganismen (u.a. E. coli) für besondere Fragestellungen genetischer Forschung (E6, E3).  <i>erläutern wissenschaftliche Experimente zur Aufklärung der Proteinbiosynthese, generieren Hypothesen auf der Grundlage der Versuchspläne und interpretieren die Versuchsergebnisse (E3, E4, E5).</i>  <i>benennen Fragestellungen und stellen Hypothesen zur Entschlüsselung des genetischen Codes auf und erläutern klassische Experimente zur Entwicklung der Code-Sonne (E1, E3, E4).</i>	Erarbeitung der Bedeutung von Modellorganismen <i>Anzucht von Bakterien, bakterielle Wachstumskurven</i>  <i>Analyse von Experimenten zur Aufklärung der Proteinbio-synthese (benötigte Kompo-nenten: Ribosomen, mRNA, tRNA, Aminosäuren)</i>  <i>Analyse der Experimente von Nirenberg zur Entschlüsselung des genetischen Codes</i>	
	erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Genmutationen [/ Mutationstypen] (UF1, UF2).	Erarbeitung der Eigenschaften des genetischen Codes, Anwendung der Codesonne, Mutationsanalyse auf Genebene		
	vergleichen die molekularbiologischen Abläufe in der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten (UF1, UF3).	Proteinbiosynthese bei Prokaryonten <b>im Vergleich</b> zu Eukaryoten (Introns/Exons, Prozessierung)		
	<b>Regulation der Genaktivität</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Genregulation bei</li> </ul>	UF1: biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.  UF3: biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach	erläutern und entwickeln Modellvorstellungen auf der Grundlage von Experimenten zur Aufklärung der Genregulation bei Prokaryoten (E2, E5, E6).	Beschreibung des Wachstums-verhaltens und der Enzym-synthese bei E. coli in Abhängigkeit von der Kohlenstoffquelle bzw. dem trp-Angebot, Erläuterungen anhand des Operon-Modells

<p>Prokaryoten: Substratinduktion, Endproduktrepression</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten</i></li> <li>• Genregulation durch epigenetische Mechanismen</li> <li>• Tumorgene</li> </ul> <p>Zeitbedarf: LK ca. 16 Std. GK ca. 9 Std.</p>	<p>fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen.</p> <p>E2: Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern.</p> <p>E6: Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen.</p>	<p><i>erläutern die Bedeutung der Transkriptionsfaktoren für die Regulation von Zellstoffwechsel und Entwicklung (UF1, UF4).</i></p>	<p><i>Erarbeitung der Bedeutung von Enhancer- und Silencer-Elementen</i></p>
		<p><i>erklären mithilfe von Modellen genregulatorische Vorgänge bei Eukaryoten (E6).</i></p>	<p><i>Erarbeitung des Zusammen-wirkens von Transkriptions-faktoren und Transkriptions-aktivatoren bei der Regulation der Genaktivität</i></p>
		<p>erklären einen epigenetischen Mechanismus als Modell zur Regelung des Zellstoffwechsels (E6). <i>[erläutern epigenetische Modelle zur Regelung des Zellstoffwechsels und leiten Konsequenzen für den Organismus ab (E6).]</i></p>	<p>Erarbeitung der Methylierung von DNA oder / und Acetylierung von Histonproteinen als Mechanismus zur Regelung des Zellstoffwechsels</p>
		<p>erklären mithilfe eines Modells die Wechselwirkung von Proto-Onkogenen und Tumor-Suppressorgenen auf die Regulation des Zellzyklus und erklären [/ beurteilen] die Folgen von Mutationen in diesen Genen (E6, UF1, UF3, UF4).</p>	<p>Erarbeitung der Krebsentstehung durch Mutationen in Proto-Onkogenen (z. B. ras-Gene) und Tumor-Suppressorgenen (z. B. p53-Gen)</p>
<p><b>Gentechnik und Bioethik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• molekulargenetische Werkzeuge und Grundoperationen</li> <li>• Herstellung und Verwendung auch höherer transgener Lebewesen</li> <li>• molekulargenetische Verfahren</li> <li>• <i>aktuelle Entwicklungen in der Biotechnologie</i></li> </ul> <p>Zeitbedarf: LK ca. 17 Std. GK ca. 11 Std. ggf. Exkursion ins Schülerlabor</p>	<p>UF1: biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.</p> <p>E2: Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern.</p> <p>E4: Experimente mit komplexen Versuchsplänen und – aufbauten mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien (Sicherheit, Messvorschriften, Variablenkontrolle, Fehleranalyse) durchführen.</p> <p>K1: bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden.</p> <p>B1: fachliche, wirtschaftlich-politische und moralische Kriterien bei Bewertungen von biologischen und biotechnischen Sachverhalten unterscheiden und angeben.</p> <p>B3: an Beispielen von Konfliktsituationen mit biologischem Hintergrund kontroverse Ziele und</p>	<p>beschreiben molekulargenetische Werkzeuge und erläutern deren Bedeutung für gentechnische Grundoperationen (UF1).</p>	<p>Beschreiben der Werkzeuge: Klonierungsvektoren, Restriktionsenzyme, Ligase; Erläuterung der Bedeutung für die Transformation von Bakterien und Selektion transgener Bakterien</p>
		<p>erläutern molekulargenetische Verfahren (u.a. PCR, Gelelektrophorese) und ihre Einsatzgebiete (E4, E2, UF1).</p>	<p>Erarbeitung: Funktionsprinzip von PCR, Gelelektrophorese <i>[und DNA-Sequenzierung]</i>, Durchführung der Methoden, sofern Versuchsmaterialien vorhanden (alternativ: Exkursion in ein Schülerlabor); Bedeutung dieser Verfahren bei der RFLP-Analyse, für die medizinische Diagnostik und die Gentherapie</p>
		<p>stellen mithilfe geeigneter Medien die Herstellung transgener Lebewesen dar und diskutieren ihre Verwendung (K1, B3).</p>	<p>z. B. Referate über die Herstellung transgener Lebewesen; Diskussion über die Verwendung transgener Lebewesen unter Berücksichtigung geltender Normen und Werte</p>
		<p>geben die Bedeutung von DNA-Chips <i>[und Hochdurchsatz-Sequenzierung an] und beurteilen [/ bewerten] Chancen und Risiken (B1, B3).</i></p>	<p>Funktionsprinzip und Einsatz von DNA-Chips <i>und Hochdurchsatz-sequenzierung</i>; Beurteilung/ Bewertung der mit dem Einsatz verbundenen Chancen und Risiken</p>

	Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten.	<i>beschreiben aktuelle Entwicklungen in der Biotechnologie bis hin zum Aufbau von synthetischen Organismen in ihren Konsequenzen für unterschiedliche Einsatzziele und bewerten sie (B3, B4).</i>	<i>Gentechnik in der Pflanzenzucht, der Lebensmittelherstellung und der Medikamentenherstellung; Aufzeigen von Möglichkeiten und Grenzen sowie Bewertung aktueller Entwicklungen unter Berücksichtigung geltender Normen und Werte</i>
<b>Analyse von Familienstammbäumen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswirkungen von Genmutationen</li> <li>• Genwirkketten</li> <li>• [Mutagene]</li> <li>• [DNA-Reparatur]</li> <li>• Rekombinationsvorgänge</li> <li>• Erbgänge</li> <li>• Auswirkungen von Chromosomen- und Genommutationen</li> <li>• <i>Methoden der Humangenetik</i></li> </ul> <p>Zeitbedarf: LK ca. 22 Std. GK ca. 13 Std.</p>	UF4: Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.	erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, [Chromosom- und Genommutationen] auf den Phänotyp (u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4).	Erarbeitung der Auswirkungen von Genmutationen auf die Genwirkkette des Phenylalanin-stoffwechsels
	E1: selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren.	<i>reflektieren und erläutern den Wandel des Genbegriffes (E7).</i>	<i>Reflexion: Von der „ein-Gen-ein-Enzym-Hypothese“ zur „ein-Gen-ein-Polypeptid-Hypothese“</i>
	E3: mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten.	erläutern die Grundprinzipien der Rekombination (Reduktion und Neukombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung (UF4). <i>[erläutern die Grundprinzipien der inter- und intrachromosomalen Rekombination (Reduktion und Neukombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung (UF4).]</i>	Erarbeitung des Prinzips der interchromosomalen Rekombination <i>und des Prinzips der intrachromosomalen Rekombination</i>
	E5: Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.	formulieren bei der Stammbaumanalyse Hypothesen zu X-chromosomalen und autosomalen Vererbungsmodi genetisch bedingter Merkmale und begründen die Hypothesen mit vorhandenen Daten auf der Grundlage der Meiose (E1, E3, E5, UF4, K4). <i>[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).]</i>	[Wdh.: wichtige Fachbegriffe sowie 1. und 2. mendelsche Regel, Wdh.: Meiose] <i>Einführung der 3. mendelschen Regel;</i>  Stammbaumanalyse div. Erbgänge, <i>Zweifaktorenanalyse</i>
	K4: sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.	erklären die Auswirkungen verschiedener [Gen-,] Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp [(u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten)] (UF1, UF4).	Erarbeitung der verschiedenen Formen der Chromosomen-mutationen, div. Genom-mutationen
	<b>nur LK:</b> <i>E7: naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.</i>  <i>K2: zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen.</i>	<i>recherchieren Informationen zu humangenetischen Fragestellungen (u.a. genetisch bedingten Krankheiten), schätzen die Relevanz und Zuverlässigkeit der Informationen ein und fassen die Ergebnisse strukturiert</i>	<i>Recherche zu u. a. genetisch bedingten Krankheiten, Auswertung und Beurteilung der Rechercheergebnisse</i>



		<i>zusammen (K2, K1, K3, K4).</i>	
<b>Stammzellforschung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatz von Stamm-zellen</li> <li>• naturwissenschaftlich-gesellschaftliche Positionen zum therapeutischen Einsatz von Stammzellen</li> </ul> Zeitbedarf: LK ca. 6 Std. GK ca. 3 Std.	K2: zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen.	recherchieren Unterschiede zwischen embryonalen und adulten Stammzellen und präsentieren diese unter Verwendung geeigneter Darstellungsformen (K2, K3).	<i>Recherche und Präsentation:            Entwicklungsmöglichkeiten von embryonalen und adulten Stammzellen</i>
	K3: biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren.  B4: begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.	stellen naturwissenschaftlich-gesellschaftliche Positionen zum therapeutischen Einsatz von Stammzellen dar und beurteilen <i>[bewerten]</i> Interessen sowie Folgen ethisch (B3, B4).	Aufzeigen von Möglichkeiten und Grenzen des therapeutischen Einsatzes von Stammzellen; Beurteilung / <i>Bewertung</i> naturwissenschaftlich-gesellschaftlicher Positionen zum therapeutischen Einsatz von Stammzellen <i>unter Berücksichtigung geltender Normen und Werte</i>

Qualifikationsphase 1			
Inhaltsfeld 5: Ökologie			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Umweltfaktoren und ökologische Potenz, Dynamik von Populationen, Stoffkreislauf und Energiefluss, Fotosynthese, Mensch und Ökosysteme <b>Zeitbedarf: ca. 66 Std. im LK (35 Std. im GK) à 45 Minuten</b>			
Kontexte	Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzen	Konkretisierte Kompetenzen (wird an anderer Stelle bearbeitet, LK-Kompetenzen sind kursiv dargestellt)	Bemerkungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Obligatorische Inhalte</li> <li>[fakultative Inhalte]</li> <li>zusätzlich Inhalte im LK</li> </ul>	Die Schülerinnen und Schüler können...	Die Schülerinnen und Schüler...	
<b>Wirkung von Ökofaktoren</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>biotische / abiotische Faktoren</li> <li>Toleranzbereiche und ökologische Potenz</li> <li>[physiologische Potenz]</li> <li>Wirkungsgesetz der Umweltfaktoren (Gesetz des Minimums)</li> <li>ökologische Nische und Koexistenz von Arten</li> <li>Temperaturregulation bei Homoiothermen und Poikilothermen</li> </ul> Zeitbedarf: LK ca. 16 Std. plus Exkursion GK ca. 10 Std.	UF2: zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden.	untersuchen das Vorkommen, die Abundanz und die Dispersion von Lebewesen eines Ökosystems im Freiland (E1, E2, E4).	<i>Exkursion: Vegetationsaufnahme Wald oder Plankton- und faunistische Untersuchung am (Stadtpark-) Teich</i>
	E7: naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.	planen ausgehend von Hypothesen Experimente zur Überprüfung der ökologischen Potenz nach dem Prinzip der Variablenkontrolle, nehmen kriterienorientiert Beobachtungen und Messungen vor und deuten die Ergebnisse (E2, E3, E4, E5, K4).	<i>Untersuchung z. B. der Temperaturpräferenzen von Gliedertieren (z. B. Mehlwürmern) mit Hilfe einer Temperaturorgel;</i>
	K4: sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.	zeigen den Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von Bioindikatoren und der Intensität abiotischer Faktoren in einem beliebigen Ökosystem (UF3, UF4, E4).	Schwarzerle als Zeigerart für nasse, kalkhaltige Böden; Zeigerarten im Kalkbuchenwald/ Zeigerarten in Fließgewässern
	<b>nur LK:</b> <i>E2: Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern.</i>  <i>E3: mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten.</i>	erklären mit Hilfe des Modells der ökologischen Nische die Koexistenz von Arten (E6, UF1, UF2).	Erarbeitung der Einnischung zum Beispiel bei Watvögeln
	<i>E4: Experimente mit komplexen Versuchsplänen und – aufbauten mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien (Sicherheit, Messvorschriften, Variablenkontrolle, Fehleranalyse) durchführen.</i>  <i>E5: Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.</i>	erläutern die Aussagekraft von biologischen Regeln (u.a. tiergeographische Regeln) und grenzen diese von naturwissenschaftlichen Gesetzen ab (E7, K4).	Modellversuche zur bergmannschen/allenschen Regel und zur RGT-Regel; Gegenüberstellung: RGT-Regel und tiergeografische Regeln

<p><b>Fotosynthese</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundgleichung der Fotosynthese</li> <li>• Fotosyntheserate in Abhängigkeit von abiotischen Faktoren</li> <li>• Unterscheidung von Foto- und Synthese-reaktion</li> </ul> <p>Zeitbedarf: LK ca. 16 Std. GK ca. 6 Std.</p>	<p>UF1: biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.</p> <p>UF3: biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen.</p> <p><b>nur LK:</b> UF4: Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.</p> <p>E1: selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren.</p>	<p>analysieren Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen abiotischen Faktoren (E5).</p>	<p>Analyse von Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosynthese-aktivität von der Temperatur, dem CO<sub>2</sub>-Gehalt, der Lichtintensität und der Wellenlänge</p>
		<p><i>leiten aus Forschungsexperimenten zur Aufklärung der Fotosynthese zu Grunde liegende Fragestellungen und Hypothesen ab (E1, E3, UF2, UF4).</i></p>	<p><i>Analyse z. B. der Experimente von Engelmann, Hill, Kamen und Emerson</i></p>
		<p>erläutern den Zusammenhang zwischen Fotoreaktion und Synthesereaktion und ordnen die Reaktionen den unterschiedlichen Kompartimenten des Chloroplasten zu (UF1, UF3).</p>	<p>Wdh.: Aufbau des Chloroplasten, Erarbeitung des Ablaufs der Foto- (Primär-/ lichtabhängigen) und der Synthese- (Sekundär-/ licht-unabhängigen) Reaktion und des Zusammenwirkens von Foto- und Synthesereaktion</p>
		<p><i>erläutern mithilfe einfacher Schemata das Grundprinzip der Energieumwandlung in den Fotosystemen und den Mechanismus der ATP-Synthese (K3, UF1).</i></p>	<p><i>Erarbeitung des Prinzips der Energieumwandlung in den Fotosystemen und des Mechanismus der ATP-Synthese</i></p>
<p><b>Beziehungen zwischen Lebewesen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biologische Produktion in Ökosystemen</li> <li>• Energiefluss</li> <li>• Entwicklung von Populationen</li> <li>• Intra- und interspezifische Beziehungen</li> <li>• K-/r-Strategie</li> </ul> <p>Zeitbedarf: LK ca. 26 Std. GK ca. 14 Std.</p>	<p>UF1: biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.</p> <p>UF4: Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.</p> <p>E5: Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.</p> <p>E6: Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen.</p> <p>K2: zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen.</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>Erarbeitung: Nahrungskette, Nahrungsnetz, Trophieebenen; energetische und stoffliche Beziehungen der beteiligten Organismen</p>
		<p>beschreiben die Dynamik von Populationen in Abhängigkeit von dichteabhängigen und dichteunabhängigen Faktoren (UF1).</p>	<p>Erarbeitung des Einflusses von dichteabhängigen und dichte-unabhängigen Faktoren auf die Entwicklung von Populationen; [Vergleich mit computergestützter Simulation des Populations-wachstums]</p>
		<p>entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1, E5).</p>	<p>Untersuchung der Auswirkungen jahreszeitlicher Änderungen am Beispiel des Ökosystems See</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-Lebenszyklusstrategien ab (E5, UF1, UF2, UF3, K4, UF4).</p>	<p>Vergleich von Sukzessionsstadien, die Ökosysteme regelmäßig durchlaufen</p>
		<p><i>vergleichen das Lotka-Volterra-Modell mit veröffentlichten Daten aus Freilandmessungen</i></p>	<p><i>Vergleich des Lotka-Volterra-Modells mit den Populations-schwankungen bei Schnee-</i></p>

	K3: biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren.	<i>und diskutieren die Grenzen des Modells (E6).</i>	<i>schuhhase und Luchs im Freiland</i>	
	K4: sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.	untersuchen Veränderungen von Populationen mit Hilfe von Simulationen auf der Grundlage des Lotka-Volterra-Modells (E6).	Untersuchung von Räuber-Beute-Beziehungen in der Simulation: Analyse von Populationsschwankungen unter Anwendung der Lotka-Volterra-Regeln	
		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).	Referate zu parasitischen bzw. symbiontischen Beziehungen zwischen Lebewesen ; <i>Versuche zur Entwicklung von Schmetterlingsblütlern; Nachweis von Symbionten aus Rinderpansen</i>	
		recherchieren Beispiele für die biologische Invasion von Arten und leiten Folgen für das Ökosystem ab (K2, K4).	Recherche zum Einfluss von Neozoen auf die Entwicklung von Ökosystemen	
<b>Natur nutzen – Natur schützen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutzung natürlicher Ressourcen</li> <li>• Folgen anthropogener Einflüsse für die Umwelt</li> <li>• Naturschutz</li> </ul> Zeitbedarf: LK ca. 8 Std. GK ca. 5 Std.	K1: bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden.	präsentieren und erklären auf der Grundlage von Untersuchungsdaten die Wirkung von anthropogenen Faktoren auf einen ausgewählten Stoffkreislauf [ / auf ausgewählte globale Stoffkreisläufe] (K1, K3, UF1).	Posterpräsentation zur Darstellung anthropogener Einflüsse auf den Kohlenstoff- und/oder Wasserkreislauf	
	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.		diskutieren Konflikte zwischen der Nutzung natürlicher Ressourcen und dem Naturschutz (B2, B3).	Diskussion: Wert der Biodiversität aus verschiedenen Perspektiven
		entwickeln Handlungsoptionen für das eigene Konsumverhalten und schätzen diese unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit ein (B2, B3).	kriteriengeleitete Bewertung von Handlungsoptionen im Sinne der Nachhaltigkeit	

Qualifikationsphase 2			
Inhaltsfeld 6: Evolution			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Entwicklung der Evolutionstheorie (nur LK), Grundlagen evolutiver Veränderung, Art und Artbildung, Evolution und Verhalten, Evolution des Menschen, Stammbäume <b>Zeitbedarf:</b> ca. 50 Std. im LK (30 Std. im GK) à 45 Minuten			
Kontexte	Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzen	Konkretisierte Kompetenzen (wird an anderer Stelle bearbeitet, LK-Kompetenzen sind kursiv dargestellt)	Bemerkungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Obligatorische Inhalte</li> <li>[fakultative Inhalte]</li> </ul> <i>zusätzlich Inhalte im LK</i>	Die Schülerinnen und Schüler können...	Die Schülerinnen und Schüler...	
<b>Evolutionstheorien im Wandel der Zeit</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Entwicklung des Evolutionsgedankens</li> </ul> Zeitbedarf: LK ca. 2 Std.	<b>nur LK:</b> <i>E7: naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeits-weisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.</i>	<i>stellen Erklärungsmodelle für die Evolution in ihrer historischen Entwicklung und die damit verbundenen Veränderungen des Weltbildes dar (E7).</i>	<i>u. a. Linné, Cuvier, Lamarck, Darwin</i>
<b>Ursachen der Evolution</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ordnung der Lebewesen</li> <li>Evolutionsfaktoren</li> <li>Populationsgenetik (Hardy-Weinberg-Gesetz)</li> <li>Fitness-Konzept</li> <li>Evolution von Sozialstrukturen</li> <li>Coevolution</li> <li>Prozesse der Artbildung / Isolation</li> <li>Adaptive Radiation</li> <li>Bedeutung der Biodiversität</li> <li>Synthetische Evolutionstheorie</li> <li>Abgrenzung zu nicht-naturwissenschaftlichen Positionen</li> </ul> Zeitbedarf: LK ca. 24 Std. GK ca. 16 Std.	UF1: biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.	beschreiben die Einordnung von Lebewesen mithilfe der Systematik und der binären Nomenklatur (UF1, UF4).	Erarbeitung der binären Nomenklatur nach Linné
	UF2: zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden.	erläutern den Einfluss der Evolutionsfaktoren (Mutation, Rekombination, Selektion, Gendrift) auf den Genpool einer Population (UF4, UF1).	Erarbeitung des Einflusses von Evolutionsfaktoren, u. a. Wirkungsweisen der Selektion
	UF4: Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.	<i>bestimmen und modellieren mithilfe des Hardy-Weinberg-Gesetzes die Allelfrequenzen in Populationen und geben Bedingungen für die Gültigkeit des Gesetzes an (E6).</i>	<i>Verwendung eines Simulations-programms</i>
	E6: Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen.	erläutern das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen (UF1, UF4).	Erarbeitung von Evolutionsprozessen unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung
	K3: biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren.	analysieren anhand von Daten die evolutionäre Entwicklung von Sozialstrukturen (Paarungssysteme, Habitatwahl) unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (E5, UF2, UF4, K4).	Analyse div. Verhaltensweisen in Hinblick auf die Evolution von Sozialstrukturen (Kooperations-verhalten, Verhalten zur Konfliktlösung, Bedeutung der Rangordnung, Paarungssysteme)
	<b>nur LK:</b> <i>K4: sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.</i>	wählen angemessene Medien zur Darstellung von Beispielen zur Coevolution aus und	Präsentation div. Beispiele für Coevolution

	<p><i>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.</i></p>	präsentieren die Beispiele (K3, UF2).	
		erklären Modellvorstellungen zu Artbildungsprozessen (u.a. allopatrische und sympatrische Artbildung) an Beispielen (E6, UF1).	Erarbeitung der Isolationsmechanismen sowie der allopatrischen und sympatrischen Artbildung
		stellen den Vorgang der adaptiven Radiation unter dem Aspekt der Angepasstheit dar (UF2, UF4).	Erarbeitung der adaptiven Radiation am Beispiel der Säugetiere und Beuteltiere
		<i>beschreiben Biodiversität auf verschiedenen Systemebenen (genetische Variabilität, Artenvielfalt, Vielfalt der Ökosysteme) (UF4, UF1, UF2, UF3).</i>	<i>Biodiversität als Folge von Mutation und Rekombination und Artbildungsprozessen; stellvertretend für die Vielfalt von Ökosystemen div. Beispiele (See, Bach, Wald)</i>
		stellen die synthetische Evolutionstheorie zusammenfassend dar (UF2, UF4).	Darstellung von Evolution als Wandel von Genfrequenzen durch Einwirken von Evolutionsfaktoren
		<i>grenzen die Synthetische Theorie der Evolution gegenüber nicht naturwissenschaftlichen Positionen zur Entstehung von Artenvielfalt ab und nehmen zu diesen begründet Stellung (B2, K4).</i>	<i>Abgrenzung zum Kreationismus</i>
<p><b>Belege für Evolution</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Homologie und Analogie</li> <li>• molekularbiologische Nachweisverfahren für phylogenetische Verwandtschaften</li> <li>• Datierungsmethoden</li> <li>• Analyse phylogenetischer Stammbäume</li> </ul> <p>Zeitbedarf: LK ca. 14 Std. GK ca. 8 Std.</p>	<p>E2: Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern.</p> <p>E3: mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten.</p> <p>E5: Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.</p> <p>K1: bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden.</p> <p>K4: sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.</p>	erstellen und analysieren Stammbäume anhand von Daten zur Ermittlung von Verwandtschaftsbeziehungen von Arten (E3, E5).	Erarbeitung von Verwandtschaftsverhältnissen aufgrund von Vergleichen (z. B. Extremitäten verschiedener Tiere)
		deuten Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Merkmalen von Organismen zum Beleg konvergenter und divergenter Entwicklungen (E5, UF3).	Erarbeitung der Homologie-kriterien und ihre Anwendung auf div. Beispiele, molekularbiologische Homologien, Abgrenzung zur Analogie
		stellen Belege für die Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie (u.a. Molekularbiologie) adressatengerecht dar (K1, K3).	Darstellung der verschiedenen Belege für Evolution
		<i>erklären mithilfe molekulargenetischer Modellvorstellungen zur Evolution der Genome die genetische Vielfalt der Lebewesen (K4, E6).</i>	<i>Erarbeitung: Evolution der Genome durch z. B. Gen-duplikationen / Genverlust, Polyploidie usw.</i>
		<i>beschreiben und erläutern molekulare Verfahren zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen</i>	<i>Präzipitintest, Aminosäure- und DNA-Sequenzvergleiche, DNA-DNA-Hybridisierung</i>

		(UF1, UF2).	
		analysieren molekulargenetische Daten und deuten sie mit Daten aus klassischen Datierungsmethoden im Hinblick auf die Verbreitung von Allelen und Verwandtschaftsbeziehungen von Lebewesen (E5, E6).	z. B. Analyse von Untersuchungsergebnissen, die das „Lesen“ von molekularen Uhren ermöglichen, verschiedene Möglichkeiten der Stammbaum-erstellung
		entwickeln und erläutern Hypothesen zu phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Homologien (E3, E5, K1, K4).	am Beispiel der Evolution der Rüsseltiere
		belegen an Beispielen den aktuellen evolutionären Wandel von Organismen (u.a. mithilfe von Auszügen aus Gendatenbanken) (E2, E5).	z. B. der Einfluss des Menschen auf die Evolution der Elefanten
<b>Humanevolution</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einordnung des Menschen in das natürliche System</li> <li>• Besonderheiten des Menschen (Wdh.)</li> <li>• Fossilgeschichte des Menschen</li> <li>• Stammbaum des Menschen</li> <li>• Variabilität des modernen Menschen</li> </ul> Zeitbedarf: LK ca. 10 Std. GK ca. 6 Std.	UF3: biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen.  E7: naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk-und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.  K4: sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.  B1: fachliche, wirtschaftlich-politische und moralische Kriterien bei Bewertungen von biologischen und biotechnischen Sachverhalten unterscheiden und angeben.  B3: an Beispielen von Konfliktsituationen mit biologischem Hintergrund kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten.	ordnen den modernen Menschen kriteriengeleitet den Primaten zu (UF3).	Erarbeitung der Kennzeichen von Primaten, Stellung des Menschen
		diskutieren wissenschaftliche Befunde (u.a. Schlüsselmerkmale) und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch-konstruktiv (K4, E7).	Erarbeitung von Befunden zur Evolution der Hominiden, Hominidenstammbaum, u. a. die phylogenetische Stellung des Neandertalers
		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).	kriteriengeleitete Bewertung der Problematik des Rasse-Begriffs beim Menschen

**Qualifikationsphase 2****Inhaltsfeld 4: Neurobiologie****Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Aufbau und Funktion von Neuronen
- Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung
- Plastizität und Lernen

**Zeitbedarf:** ca. 50 Std. im LK (30 Std. im GK) à 45 Minuten

<b>Kontexte</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Obligatorische Inhalte</li><li>• [fakultative Inhalte] <i>zusätzlich Inhalte im LK</i></li></ul>	<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzen</b> Die Schülerinnen und Schüler können...	<b>Konkretisierte Kompetenzen</b> (wird an anderer Stelle bearbeitet, <i>LK-Kompetenzen sind kursiv dargestellt</i> )  Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Bemerkungen</b>



**Neuronen verarbeiten Informationen**

- Bau und Funktion von Nervenzellen
- Elektrophysiologische Untersuchungsmethoden
- Erregungsbildung (Ruhe- und Aktionspotenzial)
- Erregungsleitung
- Erregungsübertragung an Synapsen

Zeitbedarf: LK ca. 19 Std.  
GK ca. 14 Std.

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.

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.

**nur LK:**  
*K4: sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen*  
*oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.*

beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1).	Erarbeitung: Allgemeine Übersicht über die verschiedenen Abschnitte
erklären Ableitungen von Potentialen mittels Messelektroden an Axon und Synapse und werten Messergebnisse unter Zuordnung der molekularen Vorgänge an Biomembranen aus (E5, E2, UF1, UF2).	Besprechung des Versuchsaufbaus zur Ableitung an einem Riesenaxon Erarbeitung der Grundlagen der Bioelektrizität, der Entstehung und Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials und der Eigenschaften und Entstehung des Aktionspotenzials Modellversuch zum Gleichgewichtspotenzial
<i>leiten aus Messdaten der Patch-Clamp-Technik Veränderungen von Ionenströmen durch Ionenkanäle ab und entwickeln dazu Modellvorstellungen (E5, E6, K4).</i>	<i>Erarbeitung der Patch-Clamp-Methode, Auswertung und Deutung von Messergebnissen mithilfe der Kenntnisse zum Membranbau</i>
erklären die Weiterleitung des Aktionspotentials an myelinisierten Axonen (UF1). <i>[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)].</i>	Erarbeitung der saltatorischen Erregungsleitung <i>(Vergleich der Leitungsgeschwindigkeiten verschiedener Axone: Erklärung aufgrund der passiven/ kontinuierlichen und saltatorischen Erregungsleitung)</i>
erklären Ableitungen von Potentialen mittels Messelektroden an Axon und Synapse und werten Messergebnisse unter Zuordnung der molekularen Vorgänge an Biomembranen aus (E5, E2, UF1, UF2).	Erarbeitung der Vorgänge bei der Erregungsübertragung an Synapsen
erläutern die Verschaltung von Neuronen bei der Erregungsweiterleitung und der Verrechnung von Potentialen mit der Funktion der Synapsen auf molekularer Ebene (UF1, UF3).	Erläuterung der Vorgänge an erregenden und hemmenden Synapsen und deren Verrechnung
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).	Darstellung der Wirkung von Stoffen an verschiedenen Angriffspunkten im Nervensystem
erklären Wirkungen von exogenen Substanzen auf den Körper und bewerten mögliche Folgen für Individuum und Gesellschaft (B3, B4, B2, UF4). <i>[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)].</i>	Darstellung der Wirkungen und Folgen von Drogenkonsum bzw. Medikamenteneinnahme

<p><b>Unsere Augen – die Fenster zur Welt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reizwandlung und Verstärkung in Rezeptoren</li> <li>• Aufbau [des Auges (Wdh.) und] der Netzhaut</li> <li>• Bildverarbeitung in der Netzhaut</li> <li>• Vom Reiz zur Wahrnehmung</li> </ul> <p>Zeitbedarf: LK ca. 11 Std. GK ca. 6 Std.</p>	<p>UF4: Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.</p> <p>K1: bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden.</p> <p><b>nur LK:</b> <i>E1: selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren.</i></p> <p><i>E6: Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen.</i></p>	<p>stellen das Prinzip der Signaltransduktion an einem Rezeptor anhand von Modellen dar (E6, UF1, UF2, UF4). [stellen die Veränderung der Membranspannung an Lichtsinneszellen anhand von Modellen dar und beschreiben die Bedeutung des second messengers und der Reaktionskaskade bei der Fototransduktion (E6, E1)].</p> <p>erläutern den Aufbau und die Funktion der Netzhaut unter den Aspekten der Farb- und Kontrastwahrnehmung (UF3, UF4).</p> <p>stellen den Vorgang von der durch einen Reiz ausgelösten Erregung von Sinneszellen bis zur Entstehung des Sinneseindrucks bzw. der Wahrnehmung im Gehirn unter Verwendung fachspezifischer Darstellungsformen in Grundzügen dar (K1, K3).</p>	<p>Erarbeitung der Bedeutung der Sinneszelle als Reizwandler <i>(Vertiefung durch Erläuterung der Vorgänge bei der Fotorezeption)</i></p> <p>Aufbau der Netzhaut, Vergleich der Absorptions-spektren, Erläuterung der Gittertäuschung aufgrund der lateralen Hemmung, <i>Versuche zur Verteilung von Stäbchen und Zapfen auf der Netzhaut mit einem Perimeter,</i></p> <p>Darstellung z. B. als Fließdiagramm</p>
<p><b>Autonome Regulation – das vegetative Nervensystem</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sympathikus und Parasympathikus</li> <li>• Regelung physiologischer Funktionen</li> <li>• <i>Regelkreis</i></li> </ul> <p>Zeitbedarf: LK ca. 6 Std. GK ca. 3 Std.</p>	<p>UF4: Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.</p> <p>E6: Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen.</p>	<p>erklären die Rolle von Sympathikus und Parasympathikus bei der neuronalen und hormonellen Regelung von physiologischen Funktionen an Beispielen (UF4, E6, UF2, UF1).</p>	<p>Mögliche Beispiele: Steuerung und Regelung des Blutdrucks, Stressreaktionen, Regelung des Energieumsatzes durch Schilddrüsenhormone, Regelung des Blutzuckers, der Keimdrüsenfunktion</p>
<p><b>Gehirn und Hirnforschung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gehirnbau und Funktion der Hirnteile</li> <li>• Bildgebende Verfahren zur Erforschung von Gehirnfunktionen</li> <li>• Degenerative</li> </ul>	<p>K2: zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in aus-gewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen.</p> <p><b>nur LK:</b> <i>B4: begründet die Möglichkeiten und Grenzen</i></p>	<p>ermitteln mithilfe der Aufnahmen eines bildgebenden Verfahrens Aktivitäten verschiedener Gehirnareale (E5, UF4) <i>[stellen Möglichkeiten und Grenzen bildgebender Verfahren zur Anatomie und zur Funktion des Gehirns (PET und fMRT) gegenüber und bringen diese mit der Erforschung von Gehirnabläufen in Verbindung (UF4, UF1, B4)]</i></p>	<p>Beschreiben der Aktivitäten verschiedener Großhirnbereiche z. B. beim Wortebilden mittels PET-Scan <i>(Vergleich von PET und MRT)</i></p>

<p>Erkrankungen des Gehirns</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatz von Neuroenhancern</li> </ul> <p>Zeitbedarf: LK ca. 8 Std. GK ca. 4 Std.</p>	<p><i>biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.</i></p>	<p>recherchieren und präsentieren aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu einer degenerativen Erkrankung (K2, K3).</p>	<p>Mögliche Beispiele: Parkinson-Syndrom, Alzheimer-Demenz, Chorea Huntington, Multiple Sklerose</p>
		<p><i>[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)]</i></p>	<p><i>Darstellung der Wirkungen und Folgen von Neuroenhancer-einnahme</i></p>
<p><b>Lernen und Gedächtnis</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lernformen</li> <li>• Gedächtnismodelle</li> <li>• Veränderungen im Gehirn durch Lernvorgänge</li> </ul> <p>Zeitbedarf: LK ca. 6 Std. GK ca. 3 Std.</p>	<p>K3: biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren.</p> <p>B1: fachliche, wirtschaftlich-politische und moralische Kriterien bei Bewertungen von biologischen und biotechnischen Sachverhalten unterscheiden und angeben.</p>	<p>stellen aktuelle Modellvorstellungen zum Gedächtnis auf anatomisch-physiologischer Ebene dar (K3, B1).</p>	<p>z. B. zeitliche und funktionale Gedächtnismodelle nach Markowitsch</p>
		<p>erklären die Bedeutung der Plastizität des Gehirns für ein lebenslanges Lernen (UF4). <i>[erklären den Begriff der Plastizität anhand geeigneter Modelle und leiten die Bedeutung für ein lebenslanges Lernen ab (E6, UF4)].</i></p>	<p>Beschreibung der möglichen Veränderungen in den Neuronen und im Nervensystem, die lebenslange Lernvorgänge ermöglichen</p>