

## Schulinterner Lehrplan Biologie Sek II

## Inhaltsverzeichnis

### Inhalt

1. Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit .....	2
2. Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung .....	3
2.1 Beurteilungsbereich: Sonstige Mitarbeit.....	3
2.2 Beurteilungsbereich: Klausuren .....	4
2.3 Grundsätze der Leistungsrückmeldung und Beratung.....	6
3. Lehr- und Lernmittel.....	6
4. Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit.....	7
5. Unterrichtsvorhaben .....	9

# 1. Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

Die Kurt-Tucholsky-Gesamtschule liegt in Minden in Ost-Westfalen. Die Ausstattung der Sammlung wird regelmäßig evaluiert und nach Möglichkeit angepasst. Die Fachkonferenz Biologie stimmt sich bezüglich in der Sammlung vorhandener Gefahrstoffe mit der dazu beauftragten Lehrkraft der Schule ab. Die Lehrerbesezung der Schule ermöglicht einen ordnungsgemäßen laut Studentafel der Schule vorgesehenen Biologieunterricht. Die Fachräume sind mitunter sanierungsbedürftig.

Das Fach Biologie ist in der Einführungsphase in der Regel mit 3-4 Grundkursen vertreten. In der Qualifikationsphase können aufgrund der Schülerwahlen in der Regel 2-3 Grundkurse und 1-2 Leistungskurse gebildet werden.

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

Jg.	Fachunterricht von 5 bis 6	-----
5	NW (3)	-----
6	NW (3)	-----
	Fachunterricht von 7 bis 10	Differenzierungsunterricht (WP I)
7	BI (2)	NW (Bio und Chemie) (2)
8		NW (Bio und Chemie) (2)
9	BI (2)	NW (Bio und Chemie) (2)
10	BI (2)	
	Fachunterricht in der Sek II	
EF	BI (3)	-----
Q1	BI (3/5)	-----
Q2	BI (3/5)	-----

Die Unterrichtstaktung an der Schule erfolgt in einem 45 Minutenraster, wobei das Doppelstundenprinzip nach Möglichkeit angestrebt wird.

Der Biologieunterricht orientiert sich an einer problem- und handlungsorientierten Didaktik und Methodik. Die Schülerinnen und Schüler bekommen dadurch die Möglichkeit den naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg selbst zu erleben und nach Möglichkeit anhand von Experimenten nachzuvollziehen. Insgesamt werden vorwiegend kooperative, die Selbstständigkeit der Lernenden fördernde Unterrichtsformen genutzt, sodass ein individualisiertes Lernen in der Sekundarstufe II kontinuierlich unterstützt und gefördert wird. Hierzu eignen sich besonders Doppelstunden. Eine Evaluation der Unterrichtsmethoden, Diagnoseinstrumente, Fördermaterialien sowie Entwicklungsziele erfolgt zum Ende des Schuljahres oder ggf. zu Beginn des neuen Schuljahres. Im Fokus steht die Umsetzung des Kernlehrplans Biologie für die Sekundarstufe II, Gymnasien / Gesamtschulen in Nordrhein-Westfalen. Hierzu werden sukzessive exemplarisch konkretisierte Unterrichtsvorhaben und darin eingebettete Überprüfungsformen entwickelt und erprobt.

Ziel des Biologieunterrichts ist es das Interesse an naturwissenschaftlichen Phänomenen und Fragestellungen zu wecken und die Grundlage für das Lernen in

Studium und Beruf in diesem Bereich zu vermitteln. Dabei werden fachlich und bioethisch fundierte Kenntnisse, also die Voraussetzung für einen eigenen Standpunkt und für verantwortungsvolles Handeln gefordert und gefördert. Hervorzuheben sind hierbei die Aspekte Ehrfurcht vor dem Leben in seiner ganzen Vielfältigkeit, Nachhaltigkeit, Umgang mit dem eigenen Körper und ethische Grundsätze.

Folgende Kooperationen bestehen an der Schule:

- Teutolab Bielefeld
- Biologische Station Minden-Lübbecke

## 2. Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Auf der Grundlage von § 48 SchulG, § 13 APO-GOST sowie Kapitel 3 des Kernlehrplans Biologie hat die Fachkonferenz im Einklang mit dem entsprechenden schulinternen 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 einzelnen Lerngruppen kommen ergänzend weitere der in den Folgeabschnitten genannten Instrumente der Leistungsüberprüfung zum Einsatz.

Für den Bereich der Leistungsbewertung gelten die im schulinternen Konzept zur Leistungsbewertung genannten Bestandteile. Die dort genannten Kriterien finden ebenfalls Anwendung. Die im Folgenden genannten Aspekte konkretisieren die Rahmenvorgaben im Fach Biologie.

### 2.1 Beurteilungsbereich: Sonstige Mitarbeit

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

Mündliche Leistungen	<p>Bewertet bei der mündlichen Mitarbeit der Schülerinnen und Schüler im Unterricht werden:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Beiträge zu Unterrichtsgesprächen</li><li>• vorgetragene Referate</li><li>• Einbringen von Materialien</li><li>• mündliche Überprüfungen</li></ul> <p>Neben der Quantität ist die Qualität der Beiträge angemessen zu berücksichtigen.</p>
----------------------	--

Methodische und fachspezifische Leistungen	<ul style="list-style-type: none"><li>• Unterrichtsdokumentationen (z.B. Protokoll, Mappe, Heft)</li><li>• Anwenden fachspezifischer Methoden und Arbeitsweisen (z.B. planen, durchführen und auswerten von Experimenten)</li><li>• Ergebnisse von Partner- oder Gruppenarbeiten und deren Darstellung</li><li>• Präsentationen</li><li>• Umgang mit Medien und anderen fachspezifischen Hilfsmitteln</li><li>• Hausaufgaben</li></ul> Freie Leistungsvergleiche (z.B. Schülerwettbewerbe)
--	--

## 2.2 Beurteilungsbereich: Klausuren

### Einführungsphase:

Im ersten Halbjahr der Einführungsphase wird eine 90 minütige Klausur im 2. Quartal geschrieben. Im zweiten Halbjahr wird pro Quartal eine 90 minütige Klausur geschrieben.

### Qualifikationsphase I:

In der Qualifikationsphase I wird eine Klausur pro Quartal geschrieben. Die Klausurdauer beträgt dabei im Grundkurs 135 Minuten und im Leistungskurs 180 Minuten. Im zweiten Halbjahr kann eine Klausur optional durch eine Facharbeit ersetzt werden.

### Qualifikationsphase II:

In der Qualifikationsphase II wird im ersten Halbjahr eine Klausur pro Quartal geschrieben. Die Klausurdauer beträgt dabei im Grundkurs 135 Minuten und im Leistungskurs 225 Minuten. Im zweiten Halbjahr finden Klausuren nur noch im Bereich des 1., 2. und 3. Abiturfaches statt. Diese wird unter Abiturbedingungen geschrieben.

### Leistungsbewertung innerhalb der Klausur:

Die Leistungsbewertung in den Klausuren wird mit Blick auf die schriftlichen Abiturprüfungen mit Hilfe eines Kriterienrasters („Erwartungshorizont“) durchgeführt, welches neben den inhaltsbezogenen Teilleistungen auch darstellungsbezogene Leistungen ausweist, sodass den Schülerinnen und Schülern die individuellen Leistungen transparent zurückgespiegelt werden.

Die Zuordnung der Hilfspunkte zu den Noten 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.

In den schriftlichen Lernkontrollen sind in der Regel die drei Anforderungsbereiche „Wiedergeben und beschreiben“, „Anwenden und strukturieren“ sowie „Transferieren und verknüpfen“ angemessen zu berücksichtigen.

**Anforderungsbereich I: Wiedergeben und beschreiben (Anteil 40% - 50%):**

Fakten und einfache Sachverhalte reproduzieren, fachspezifische Arbeitsweisen, insbesondere experimentelle, nachvollziehen bzw. beschreiben; einfache Sachverhalte in einer vorgegebenen Form unter Anleitung darstellen; Auswirkungen fachspezifischer Erkenntnisse benennen; Kontexte aus fachlicher Sicht erläutern.

**Anforderungsbereich II: Anwenden und strukturieren (Anteil: 30% - 50%):**

Fachspezifisches Wissen in einfachen Kontexten anwenden; Analogien benennen; Strategien zur Lösung von Aufgaben nutzen; einfache Experimente planen und durchführen; Sachverhalte fachsprachlich und strukturiert darstellen und begründen; zwischen fachspezifischen und anderen Komponenten einer Bewertung unterscheiden.

**Anforderungsbereich III: Transferieren und verknüpfen (Anteil: 10% - 20%):**

Fachspezifisches Wissen auswählen und auf teilweise unbekannte Kontexte anwenden; Fachmethoden kombiniert und zielgerichtet auswählen und einsetzen; Darstellungsformen auswählen und anwenden; fachspezifische Erkenntnisse als Basis für die Bewertung eines Sachverhaltes nutzen.

**Bei der Korrektur und Beurteilung werden nachstehende Grundsätze beachtet:**

- Leistungsmängel und positive Leistungen werden durch die Korrektur gekennzeichnet.
- Es werden Bewertungseinheiten erteilt, keine %-Angaben.
- Aus der Korrektur geht hervor, wie viele Bewertungseinheiten in jeder Teilaufgabe von der Summe der erreichbaren Bewertungseinheiten erteilt wurden.
- Längere Textproduktionen werden ggf. durch einen Kommentar bewertet.
- Bei wiederholten sprachlichen Verstößen und formalen Mängeln können in der Sekundarstufe II bis zu 3 Notenpunkte abgezogen werden.

**Korrekturzeichen**

Sprachliche Fehler	
Z	Zeichensetzungsfehler
R	Rechtschreibfehler

G	Grammatikalischer Fehler
A	fehlerhafter Ausdruck
Sb	Satzbaufehler
ugs	umgangssprachlich
<b>Fachliche Fehler</b>	
Fs	Falscher Fachbegriff
s.o.	Wiederholter Fehler
√	Unvollständiger Inhalt, Auslassungsfehler
Sa	Sachlicher Fehler
D	Denkfehler/logischer Fehler
Bz	Falscher Bezug

### 2.3 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-/Schüler-Beratungstagen. Auch hier erfolgt eine individuelle Beratung im Hinblick auf Stärken und Verbesserungsperspektiven.

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

## 3. Lehr- und Lernmittel

Für den Biologieunterricht der Sekundarstufe II an der Kurt-Tucholsky-Gesamtschule wird derzeit „Oberstufe Biologie“ vom Cornelsen Verlag als Lehrwerk verwendet. Im Rahmen der Möglichkeiten und in Abstimmung mit der Schulkonferenz wird die fachliche und didaktische Aktualität des Lehrwerks regelmäßig evaluiert und ggf. ein aktuelleres Lehrwerk angeschafft. 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 Biologie orientiert.

Die Schülerinnen und Schüler sind dazu angehalten die im Unterricht behandelten Inhalte in häuslicher Arbeit nachzuarbeiten. Zu ihrer Unterstützung erhalten sie dazu Materialien und Literatur (digital und analog), welche von der Fachkonferenz als geeignet angesehen werden. Die Auswahl der Materialien wird regelmäßig evaluiert und angepasst.

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

**Der Lehrplannavigator:**

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

**Die Materialdatenbank:**

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

**Die Materialangebote von SINUS-NRW:**

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

## 4. Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit

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

Überfachliche Grundsätze:

- 1.) Geeignete Problemstellungen zeichnen die Ziele des Unterrichts vor und bestimmen die Struktur der Lernprozesse.
- 2.) Inhalt und Anforderungsniveau des Unterrichts entsprechen dem Leistungsvermögen der Lerner.
- 3.) Die Unterrichtsgestaltung ist auf die Ziele und Inhalte abgestimmt.
- 4.) Medien und Arbeitsmittel sind lernernah gewählt.
- 5.) Die Schülerinnen und Schüler erreichen einen Lernzuwachs.
- 6.) Der Unterricht fördert und fordert eine aktive Teilnahme der Lerner.



- 7.) Der Unterricht fördert die Zusammenarbeit zwischen den Lernenden und bietet ihnen Möglichkeiten zu eigenen Lösungen.
- 8.) Der Unterricht berücksichtigt die individuellen Lernwege der einzelnen Lerner.
- 9.) Die Lerner erhalten Gelegenheit zu selbstständiger Arbeit und werden dabei unterstützt.
- 10.) Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Einzel-, Partner- bzw. Gruppenarbeit sowie Arbeit in kooperativen Lernformen.
- 11.) Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Arbeit im Plenum.
- 12.) Die Lernumgebung ist vorbereitet; der Ordnungsrahmen wird eingehalten.
- 13.) Die Lehr- und Lernzeit wird intensiv für Unterrichtszwecke genutzt.
- 14.) Es herrscht ein positives pädagogisches Klima im Unterricht.

Fachliche Grundsätze:

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

## 5. Unterrichtsvorhaben

**Hinweis:** Thema, Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte und Kompetenzen hat die Fachkonferenz der Beispielschule 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 bis 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.

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

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

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

Während der Fachkonferenzbeschluss zum „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ zur Gewährleistung vergleichbarer Standards sowie zur Absicherung von Lerngruppen- und Lehrkraftwechseln für alle Mitglieder der Fachkonferenz Bindekraft entfalten soll, besitzt die exemplarische Ausgestaltung „möglicher konkretisierter Unterrichtsvorhaben“ abgesehen von den in der vierten Spalte im Fettdruck und ggf. unterstrichen hervorgehobenen verbindlichen Fachkonferenzbeschlüssen nur empfehlenden Charakter. Referendarinnen und Referendaren sowie neuen Kolleginnen und Kollegen dienen diese vor allem zur standardbezogenen Orientierung in der neuen Schule, aber auch zur Verdeutlichung von unterrichtsbezogenen

fachgruppeninternen Absprachen zu didaktisch-methodischen Zugängen, fächerübergreifenden Kooperationen, Lernmitteln und -orten sowie vorgesehenen Leistungsüberprüfungen, die im Einzelnen auch den Kapiteln 2 bis 4 zu entnehmen sind. Abweichungen von den vorgeschlagenen Vorgehensweisen bezüglich der konkretisierten Unterrichtsvorhaben sind im Rahmen der pädagogischen Freiheit und eigenen Verantwortung der Lehrkräfte jederzeit möglich. Sicherzustellen bleibt allerdings auch hier, dass im Rahmen der Umsetzung der Unterrichtsvorhaben insgesamt alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Berücksichtigung finden.

### 5.1 Einführungsphase

<p>UV Z1: Aufbau und Funktion der Zelle</p> <p>Inhaltsfeld 1: Zellbiologie</p> <p>Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Aufbau der Zelle, Fachliche Verfahren: Mikroskopie</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <p>Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</p> <p>Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)</p> <p>Informationen erschließen (K)</p> <p>Informationen aufbereiten (K)</p>	<p>Fachschaftsinterne Absprachen</p> <p>Lichtmikroskopie, Präparation und wissenschaftliche Zeichnungen werden praktisch durchgeführt</p> <p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Struktur und Funktion:</p> <p>Kompartimentierung der eukaryotischen Zelle</p> <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <p>Zelldifferenzierung bei der Bildung von Geweben</p>
--	---

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p>Mikroskopie</p> <p>prokaryotische Zelle</p> <p>eukaryotische Zelle</p>	<p>vergleichen den Aufbau von prokaryotischen und eukaryotischen Zellen (S1, S2, K1, K2, K9).</p> <p>begründen den Einsatz unterschiedlicher mikroskopischer Techniken für verschiedene Anwendungsgebiete (S2, E2, E9, E16, K6).</p>	<p><b>Welche Strukturen können bei prokaryotischen und eukaryotischen Zellen mithilfe verschiedener mikroskopischer Techniken sichtbar gemacht werden?</b></p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Vergleich von prokaryotischen und eukaryotischen Zellen</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <p>Aktivierung von Vorwissen aus der → Sek I: Pflanzenzelle, Tierzelle, Bakterienzelle, Krankheitserreger</p> <p>Vergleich der Zellgrößen durch Mikroskopieren verschiedener Präparate von Prokaryoten und Eukaryoten mit dem Lichtmikroskop (S1)</p> <p>Recherche in analogen sowie digitalen Medien etwa zu Zellgrößen bei Bakterien, Einzellern und anderen eukaryotischen Zellen (K1, K2)</p> <p>Vergleich des Grundbauplans von pro- und eukaryotischen Zellen unter Berücksichtigung der Kompartimentierung (Basiskonzept Struktur und Funktion) (S2)</p> <p>Erläuterung des Verfahrens der Lichtmikroskopie und Begründung der Grenzen lichtmikroskopischer Auflösung (K6)</p>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
eukaryotische Zelle: Zusammenwirken von Zellbestandteilen, Kompartimentierung, Endosymbiontentheorie	erklären Bau und Zusammenwirken der Zellbestandteile eukaryotischer Zellen und erläutern die Bedeutung der Kompartimentierung (S2, S5, K5, K10, E12).	<p><b>Wie ermöglicht das Zusammenwirken der einzelnen Zellbestandteile die Lebensvorgänge in einer Zelle?</b></p> (ca. 6 Ustd.)	<p>Ableitung der Unterschiede zwischen Licht- und Elektronenmikroskopie in Bezug auf technische Entwicklung, Art des eingesetzten Präparates, erreichte Vergrößerung und Begründung der unterschiedlichen Einsatzgebiete in der Zellbiologie (E2, E9, K9)</p> <p>Reflexion der Wissensproduktion zum Beispiel unter Berücksichtigung möglicher Artefakte bei der Elektronenmikroskopie (E16)</p> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>„System Zelle“ – Die Zelle als kleinste lebensfähige Einheit</b> [1]</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <p>Aktivierung von Vorwissen aus der → Sek I: Kennzeichen des Lebendigen</p> <p>Erläuterung von Aufbau und Funktion von verschiedenen Zellbestandteilen pflanzlicher und tierischer Zellen anhand von Modellen und elektronenmikroskopischen Aufnahmen (S2, K10)</p> <p>Erklärung des Zusammenwirkens von Organellen, die am Membranfluss beteiligt sind (K5)</p>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	<p>erläutern theoriegeleitet den prokaryotischen Ursprung von Mitochondrien und Chloroplasten (E9, K7).</p>	<p><b>Welche Erkenntnisse über den Bau von Mitochondrien und Chloroplasten stützen die Endosymbiontentheorie?</b> (ca. 2 Ustd.)</p>	<p>Vergleich des Aufbaus von Mitochondrien und Chloroplasten und Ableitung der jeweiligen Kompartimente (S2)</p> <p>Erläuterung der Bedeutung der Kompartimentierung der eukaryotischen Zelle (Basiskonzept Struktur und Funktion) auch im Hinblick auf gegenläufige Stoffwechselprozesse (S5)</p> <p>Bau eines Zellmodells in Verbindung mit Modellkritik (E12)</p> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Mitochondrien und Chloroplasten – Nachfahren von Prokaryoten?</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <p>Analyse der Besonderheiten von Mitochondrien und Chloroplasten (äußere und innere Membran, Vermehrung durch Teilung, Genom, Ribosomen) unter Einbezug proximaler Erklärungen und Vergleich mit prokaryotischen Systemen (E9, K7)</p> <p>modellhafte Darstellung des hypothetischen Ablaufs unter Fokussierung auf der Herkunft der Doppelmembran sowie der Aspekte einer Endosymbiose (E9)</p>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p>Vielzeller: Zelldifferenzierung und Arbeitsteilung mit Blick auf Zellspezialisierung (Fotosynthese, Muskel, u.ä.)</p> <p>Mikroskopie</p>	<p>analysieren differenzierte Zelltypen mithilfe mikroskopischer Verfahren (S5, E7, E8, E13, K10).</p>	<p><b>Welche morphologischen Anpasstheiten weisen verschiedene Zelltypen von Pflanzen und Tieren in Bezug auf ihre Funktionen auf?</b></p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<p>ultimate Erklärung des prokaryotischen Ursprungs der Mitochondrien und Chloroplasten mithilfe der Endosymbiontentheorie (K7)</p> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Lichtmikroskopie von differenzierten Tier- und Pflanzenzellen in Geweben</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <p>Mikroskopie von Fertigpräparaten verschiedener Tierzellen im Gewebeverband: Muskelzellen, Nervenzellen, Drüsenzellen (E7, E8)</p> <p>Herstellung von Präparaten und Mikroskopie von ausdifferenzierten Pflanzenzellen: Blattgewebe, Leitgewebe, Festigungsgewebe, Brennhaar (E8)</p> <p>Analyse der Anpasstheiten von verschiedenen Laubblättern (Blattquerschnitte von Sonnen- und Schattenblättern, Kiefernadeln, Maisblatt) im Hinblick auf Fotosynthese und Transpiration (K10)</p> <p>Anfertigung wissenschaftlicher Zeichnungen zur Dokumentation und Interpretation der beobachteten Strukturen unter Berücksichtigung der Anpasstheit der</p>



Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	vergleichen einzellige und vielzellige Lebewesen und erläutern die jeweiligen Vorteile ihrer Organisationsform (S3, S6, E9, K7, K8).	<p><b>Welche Vorteile haben einzellige und vielzellige Organisationsformen?</b></p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p>Zelltypen (Basiskonzept Struktur und Funktion) und Vergleich mit Fotografien (E13)</p> <p>Reflexion der Systemebenen (Zelle, Gewebe, Organ, Organismus) unter Bezug zur Zelldifferenzierung bei der Bildung von Geweben (Basiskonzept Individuelle und evolutive Entwicklung) (S5)</p> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Vielfalt der Organisationsformen von Lebewesen</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <p>Differenzierung zwischen unterschiedlichen Systemebenen: Moleküle – Zelle – Gewebe – Organ – Organismus (S6)</p> <p>Erläuterung der unterschiedlichen Organisationsformen innerhalb der <i>Chlamydomonadales</i> (Grünalgen-Reihe) und Ableitung der Eigenschaften von Vielzellern (Arbeitsteilung, Kommunikation, Fortpflanzung) anhand von <i>Volvox</i> [2] (S3, E9)</p> <p>fakultativ: Differenzierung der Begriffe Einzeller / Bakterien und Darstellung der Vielfalt der Bakterien hinsichtlich der</p>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
			<p>Angepasstheiten ihres Stoffwechsels an unterschiedliche Lebensräume [3]</p> <p>Diskussion der Vorteile verschiedener Organisationsformen bei Berücksichtigung der Unterschiede zwischen proximativen und ultimativen Erklärungen sowie funktionalen und kausalen Erklärungen [2] [3] (K7, K8)</p>

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6050">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6050</a>	Der alternative Kontext bietet für die Lehrkraft die Möglichkeit, das „System Zelle“ als kleinste lebensfähige Einheit am Beispiel von <i>Chlamydomonas</i> und <i>Paramecium</i> im Unterricht erarbeiten zu lassen. Die zentralen Unterrichtssituationen werden anhand der Beispiele der beiden Einzeller entwickelt und dann verallgemeinert.
2	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6048">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6048</a>	Anregungen für die Lehrkraft, um die Unterschiede zwischen proximativen und ultimativen Erklärungen sowie funktionalen und kausalen Erklärungen im Kontext mit den Organisationsformen von <i>Chlamydomonas</i> und <i>Volvox</i> zu verdeutlichen.
3	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6049">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6049</a>	Anregungen für die Lehrkraft, um die Unterschiede zwischen proximativen und ultimativen Erklärungen sowie funktionalen und kausalen Erklärungen im Kontext mit den Organisationsformen von <i>Thermus aquaticus</i> und Mensch zu verdeutlichen.

UV Z2: Biomembranen

Inhaltsfeld 1: Zellbiologie

Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

Biochemie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von osmotischen Vorgängen

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)

Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)

Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)

Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)

Fachschaftsinterne Absprachen

ggf. Experimente zu den biochemischen Eigenschaften der Stoffgruppen

Experimente zu Diffusion und Osmose

Beiträge zu den Basiskonzepten:

Information und Kommunikation:

Prinzip der Signaltransduktion an Zellmembranen

Steuerung und Regelung:

Prinzip der Homöostase bei der Osmoregulation

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Stoffgruppen: Kohlenhydrate, Lipide, Proteine	erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6).	<b>Wie hängen Strukturen und Eigenschaften der Moleküle des Lebens zusammen?</b>  (ca. 5 Ustd.)	<i>Kontext:</i> <b>Moleküle des Lebens – biochemische Grundlagen für die Erklärung zellulärer Phänomene</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> Reaktivierung von Vorwissen aus der Chemie → Sek I (Elemente, kovalente Bindungen, polare Bindungen, Wasser als polares Molekül, Ionen)  <i>fakultativ: Planung und Durchführung von Experimenten zur Löslichkeit verschiedener Stoffe in Wasser, Ethanol und Waschbenzin zur Ableitung der Begriffsdefinitionen von hydrophil und hydrophob</i>  Erläuterung des Aufbaus und der Eigenschaften von Kohlenhydraten, Lipiden und Proteinen sowie der Nucleinsäuren auch unter Berücksichtigung der Variabilität durch die Kombination von Bausteinen (K6)
Biomembranen : Transport, Prinzip der Signaltransduktion, Zell-Zell-Erkennung	stellen den Erkenntniszuwachs zum Aufbau von Biomembranen durch technischen Fortschritt und Modellierungen an Beispielen dar (E12, E15–17).	<b>Wie erfolgte die Aufklärung der Struktur von Biomembranen und welche Erkenntnisse führten zur</b>	<i>Kontext:</i> <b>Modellentwicklung zum Aufbau von Biomembranen [1]</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p>physiologische Anpassungen: Homöostase</p> <p>Untersuchung von osmotischen Vorgängen</p>	<p>erklären experimentelle Befunde zu Diffusion und Osmose mithilfe von Modellvorstellungen (E4, E8, E10–14).</p> <p>erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen</p>	<p><b>Weiterentwicklung der jeweiligen Modelle?</b></p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p> <p><b>Wie können Zellmembranen einerseits die Zelle nach außen abgrenzen und andererseits doch durchlässig für Stoffe sein?</b></p> <p>(ca. 8 Ustd.)</p>	<p>Erklärung der Veränderungen zum Sandwich-Modell von Davson und Danielli aufgrund chemischer Analysen und elektronenmikroskopischer Bilder von Zellmembranen</p> <p>Erläuterung des Fluid-Mosaik-Modells anhand folgender Analysen durch Singer und Nicolson und Bestätigung durch die Gefrierbruch-Methode sowie Zellfusions-Experimente von Frye und Edidin</p> <p>Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der einzelnen Membranmodelle auch anhand selbst hergestellter Membranmodelle (E12)</p> <p>Reflektion des Erkenntnisgewinnungsprozesses ausgehend vom technischen Fortschritt der Analyseverfahren und Weiterentwicklung des Membranmodells zum modernen Fluid-Mosaik-Modell (E15–17)</p> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Abgrenzung und Austausch – (k)ein Widerspruch?</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <p>Hypothesengeleitete Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten zu Diffusion und Osmose, sodass ausgehend von der Beschreibung der Phänomene anhand von Modellvorstellungen zum Aufbau von</p>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	<p>Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5-7, K6).</p> <p>erklären die Bedeutung der Homöostase des osmotischen Werts für zelluläre Funktionen und leiten mögliche Auswirkungen auf den Organismus ab (S4, S6, S7, K6, K10).</p>		<p>Biomembranen die experimentellen Befunde erklärt werden können (E4, E8)</p> <p>Einbezug von Experimenten zur Diffusion, zur qualitativen und quantitativen Ermittlung von Daten zur Osmose, zur mikroskopischen Analyse osmotischer Prozesse bei in pflanzlichen Geweben (E10, E11, E14)</p> <p>Erläuterung von Modellvorstellungen zu verschiedenen Transportprozessen durch Biomembranen unter Berücksichtigung von Kanalproteinen, Carrierproteinen und Transport durch Vesikel (S7, E12, E13)</p> <p>Ableitung der Eigenschaften der Transportsysteme auch im Hinblick auf energetische Aspekte (aktiver und passiver Transport) (S5, K6)</p> <p>Erläuterung der Bedeutung zellulärer Transportsysteme am Beispiel von Darmepithelzellen, Drüsenzellen und der Blut-Hirn-Schranke (S6, S7)</p> <p>Diskussion der Bedeutung der Osmoregulation für Einzeller in Süß- bzw. Salzwasser unter Bezugnahme auf das Basiskonzept Steuerung und Regelung (Prinzip der Homöostase bei der Osmoregulation) und Anwendung auf die Homöostase bei der Osmoregulation von Süß- und Salzwasserfischen (S4, S7, K10)</p>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	<p>erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6).</p>	<p><b>Wie können extrazelluläre Botenstoffe, wie zum Beispiel Hormone, eine Reaktion in der Zelle auslösen?</b> (ca. 2 Ustd.)</p> <p><b>Welche Strukturen sind für die Zell-Zell-Erkennung in einem Organismus verantwortlich?</b> (ca. 1 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Antigenerkennung von Coronaviren</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <p>Aktivierung von Vorwissen aus der → Sek I zur Funktionsweise des Immunsystems</p> <p>Erläuterung des Schlüssel-Schloss-Prinzips am Beispiel der Bindung des Spike-Proteins an Körperzellen und Erarbeitung der Signaltransduktion sowie der ausgelösten Signalkette in der Zielzelle (S2, S5)</p> <p>Ableitung der Auswirkungen einer viralen Infektion unter Berücksichtigung des Basiskonzepts Information und Kommunikation (Prinzip der Signaltransduktion an Zellmembranen) (S6, S7)</p> <p>Ableitung der Vielzahl von Oberflächenstrukturen einer Zelle aufgrund der Variationsmöglichkeiten von Glykolipiden und Glykoproteinen und Erklärung der Spezifität dieser Oberflächenstrukturen (S2)</p> <p>Erläuterung der Möglichkeiten der Zell-Zell-Erkennung aufgrund spezifischer Bindung von Oberflächenstrukturen nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip und Unterscheidung</p>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
			<p>zwischen körpereigenen und körperfremden Oberflächenstrukturen (S5, S7)</p> <p>Diskussion der Bedeutung von Zell-Zell-Erkennung in Bezug auf Reaktionen des Immunsystems sowie die Bildung von Zellkontakten in Geweben unter Berücksichtigung der Basiskonzepte Struktur und Funktion sowie Information und Kommunikation (S5, K6)</p>

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/sinus/front_content.php?idcat=2904&amp;lang=9">https://www.schulentwicklung.nrw.de/sinus/front_content.php?idcat=2904&amp;lang=9</a>	Die durch SINUS.NRW bereitgestellten Materialien (2017) legen den Schwerpunkt im Bereich der Erkenntnisgewinnungskompetenz und hier beim Wechselspiel zwischen Modellen und ihrer Überprüfung.
2	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6051">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6051</a>	Hier sind Sachinformationen zum Insulinrezeptorprotein und der durch Insulinbindung ausgelösten Signalkette sowie didaktische Hinweise etwa für die Einbindung der Basiskonzepte zusammengefasst. Neben essentiellen Informationen sind auch mögliche Vertiefungen angegeben, die eine Anwendung des Vorwissens der Lerngruppe ermöglichen.



3

<p><b>UV Z3: Mitose, Zellzyklus und Meiose</b></p> <p><b>Inhaltsfeld 1: Zellbiologie</b></p> <p>Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <p>Genetik der Zelle, Fachliche Verfahren: Analyse von Familienstammbäumen</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <p>Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)</p> <p>Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)</p> <p>Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)</p> <p>Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)</p>	<p><b>Fachschaftsinterne Absprachen</b></p> <p>ggf. Mikroskopie von Wurzelspitzen (<i>Allium cepa</i>)</p> <p><b>Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <p>Energetischer Zusammenhang zwischen auf- und abbauendem Stoffwechsel</p>
--	---

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Mitose: Chromosomen, Cytoskelett	erklären die Bedeutung der Regulation des Zellzyklus für Wachstum und Entwicklung (S1, S6, E2, K3).	<b>Wie verläuft eine kontrollierte Vermehrung von Körperzellen?</b>	Kontext: <b>Wachstum bei Vielzellern geschieht durch Zellvermehrung und Zellwachstum</b>  zentrale Unterrichtssituationen:

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Zellzyklus: Regulation	begründen die medizinische Anwendung von Zellwachstumshemmern (Zytostatika) und nehmen zu den	(ca. 6 Ustd.)          <b>Wie kann unkontrolliertes Zellwachstum gehemmt werden und welche Risiken</b>	<p>Reaktivierung von Vorwissen zur Mitose und zum Zellzyklus (→ Sek I)</p> <p><i>fakultativ: Mikroskopieren von Präparaten einer Wurzelspitze von Allium cepa, Vergleich von Chromosomenanordnungen im Zellkern mit modellhaften Abbildungen, Schätzung der Häufigkeit der verschiedenen Phasen (Mitose und Interphase) im Präparat</i></p> <p>Erläuterung der Phasen des Zellzyklus, dabei Fokussierung auf die Entstehung genetisch identischer Tochterzellen. Berücksichtigung des Basiskonzepts Struktur und Funktion: Abhängigkeit der Chromatin-Struktur von der jeweiligen Funktion</p> <p>Erstellung eines Schemas zum Zellzyklus als Kreislauf mit Darstellung des Übergangs von Zellen in die G<sub>0</sub>-Phase. Dabei Unterscheidung der ruhenden Zellen und Beachtung unterschiedlich langer G<sub>0</sub>-Phasen verschiedener Zelltypen: nie wieder sich teilende Zellen (wie Nervenzellen) und Zellen, die z. B. nach Verletzung wieder in die G<sub>1</sub>-Phase zurückkehren können</p> <p>Erläuterung der Regulation des Zellzyklus durch Signaltransduktion: Wachstumsfaktor und wachstumshemmender Faktor wirken an bestimmten Kontrollpunkten des Zellzyklus. (Basiskonzept: Information und Kommunikation), Berücksichtigung des Basiskonzepts Steuerung und Regelung: Kontrolle des Zellzyklus</p> <p><i>fakultativ: Bedeutung der Apoptose (programmierter Zelltod)</i></p> <p>Kontext: <b>Behandlung von Tumoren mit Zytostatika</b></p> <p>zentrale Unterrichtssituationen:</p>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	<p>damit verbundenen Risiken Stellung (S3, K13, B2, B6–9).</p> <p>diskutieren kontroverse Positionen zum Einsatz von embryonalen Stammzellen (K1-4, B1–6, B10–12).</p>	<p><b>sind mit der Behandlung verbunden?</b></p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p> <p><b>Welche Ziele verfolgt die Forschung mit embryonalen Stammzellen und wie wird diese Forschung ethisch bewertet?</b></p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p>Definition des Krankheitsbildes Krebs und Bedeutung von Tumoren [1]</p> <p>Recherche zu einem Zytostatikum und Erstellung eines Infoblattes mit Wirkmechanismus und Nebenwirkungen zur Erläuterung der Wirkungsweise (das Infoblatt sollte auch fachübergreifende Aspekte beinhalten) [2]</p> <p>konstruktiver Austausch über die Ergebnisse, Fokussierung auf die unspezifische Wirkung von Zytostatika (→ Ausblick auf Möglichkeiten personalisierter Medizin) (K13)</p> <p>Abschätzung von Nutzen und Risiken einer Zytostatikatherapie basierend auf den erhaltenen Ergebnissen, dabei sollen unterschiedliche Perspektiven eingenommen und Handlungsoptionen berücksichtigt werden (B8)</p> <p>Kontext:</p> <p><b>Unheilbare Krankheiten künftig heilen?</b></p> <p>zentrale Unterrichtssituationen:</p> <p>Beschreibung der Pluripotenz embryonaler Stammzellen und Erklärung der Bedeutung im Zusammenhang mit dem Zellzyklus sowie der Entstehung unterschiedlicher Gewebe</p> <p>Recherche von Zielen der embryonalen Stammzellforschung [3-6]</p> <p>Identifikation der Gründe für die besondere ethische Relevanz des Einsatzes von embryonalen Stammzellen</p> <p>Benennung von Werten, die verschiedenen Positionen zugrunde liegen können und Beurteilung von Interessenlagen (B4, B5)</p>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Karyogramm: Genommutationen, Chromosomen- mutationen	erläutern Ursachen und Auswirkungen von Chromosomen- und Genommutationen (S1, S4, S6, E11, K8, K14).	<p><b>Nach welchem Mechanismus erfolgt die Keimzellbildung und welche Mutationen können dabei auftreten?</b></p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<p>Entwicklung von notwendigen Bewertungskriterien, um zu einem begründeten Urteil zu kommen.</p> <p>Reflexion von kurz- und langfristigen Folgen von Entscheidungen sowie Reflexion des Bewertungsprozesses (B10, B11)</p> <p>Hinweis: Der Fokus liegt hier nicht auf der detaillierten Kenntnis von Stammzelltypen, sondern auf der Frage, welche Argumente für und gegen die Nutzung von embryonalen Stammzellen für die Medizin möglich sind. Voraussetzung dafür ist im Wesentlichen das Wissen um die Pluripotenz der embryonalen Stammzellen.</p> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Karyogramm einer an Trisomie 21 erkrankten Person</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <p>Aktivierung von Vorwissen: Beschreibung und Analyse des Karyogramms einer Person mit Trisomie 21 unter Verwendung der bisher gelernten Fachbegriffe (→Sek I)</p> <p>Vergleich von Karyogrammen bei freier Trisomie 21 und Translokationstrisomie zur Identifikation von Chromosomen- und Genommutationen in Karyogrammen: Beschreibung der Unterschiede, Entwicklung von Fragestellungen und Vermutungen zu den Abweichungen</p> <p>Erläuterung von Ursachen und Auswirkung der Genommutation</p> <p>Definition der unterschiedlichen Formen von Chromosomenmutationen</p>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p>Meiose Rekombination</p> <p>Analyse von Familienstammbä- umen</p>	<p>wenden Gesetzmäßigkeiten der Vererbung auf Basis der Meiose bei der Analyse von</p>	<p><b>Inwiefern lassen sich Aussagen zur Vererbung genetischer Erkrankungen aus Familienstammbäumen ableiten?</b></p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p>Reaktivierung des Vorwissens (→Sek I: Meiose und Befruchtung,)</p> <p>Vertiefende Betrachtung der Meiose</p> <p>Erläuterung der Ursachen der Trisomie 21</p> <p>Betrachtung der Unterschiede zur Mitose, vor allem im Hinblick auf die Reduktion des Chromosomensatzes bei der Gametenreifung.</p> <p>Herausstellung der Vorteile sexueller Fortpflanzung: interchromosomale und intrachromosomale Rekombination (S6)</p> <p>Kontext:</p> <p><b>Familienfoto zeigt phänotypische Variabilität unter Geschwistern</b></p> <p>zentrale Unterrichtssituationen:</p> <p>Aktivierung des Vorwissens zu genetischer Verschiedenheit homologer Chromosomen</p> <p>Modellhafte Darstellung der Rekombinationsmöglichkeiten durch Reduktionsteilung und Befruchtung,</p> <p>Klärung des Zusammenhangs zwischen Meiose und Erbgang, dabei Berücksichtigung der verschiedenen Systemebenen</p> <p>Problematisierung der phänotypischen Ausprägung bei Heterozygotie</p> <p>Kontext:</p> <p><b>Familienberatung mithilfe der Analyse eines Familienstammbaums zu einem genetisch bedingten Merkmal</b></p>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	Familienstammbäumen an (S6, E1-3, E11, K9, K13).		<p>zentrale Unterrichtssituationen:</p> <p>Aktivierung von Vorwissen: Regeln der Vererbung (Gen- und Allelbegriff, Familienstammbäume) (→Sek I)</p> <p>Analyse von Familienstammbäumen, dabei Beachtung der Schritte der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung [7-8]</p> <p>Ermittlung der Wahrscheinlichkeit für eine Erkrankung in Abhängigkeit des Genotyps der Eltern auf Grundlage der Möglichkeiten interchromosomaler Rekombination</p>

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.brd.nrw.de/system/files/migrated_documents/01_Cytologie-Krebstherapie_Jahrgang-EF_60a3feb654f1b.pdf">https://www.brd.nrw.de/system/files/migrated_documents/01_Cytologie-Krebstherapie_Jahrgang-EF_60a3feb654f1b.pdf</a>	ausgearbeitetes Unterrichtsvorhaben „Kein Leben ohne Zelle – Auswirkungen einer Krebserkrankung und Möglichkeiten der Therapie“, aus dem Teile auch in diesem Zusammenhang verwendet werden können
2	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6052">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6052</a>	Sachinformationen zu Zytostatika und didaktische Hinweise
3	<a href="https://www.dpz.eu/de/infothek/wissen/stammzellforschung.html">https://www.dpz.eu/de/infothek/wissen/stammzellforschung.html</a>	Leibniz-Institut für Primatenforschung
4	<a href="https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/gesundheit/bioethik/bioethik-gesellschaftliche-her-modernen-lebenswissenschaften.html">https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/gesundheit/bioethik/bioethik-gesellschaftliche-her-modernen-lebenswissenschaften.html</a>	Bundesministerium für Bildung und Forschung
5	<a href="https://zellux.net/">https://zellux.net/</a>	Max-Planck-Institut für molekulare Biomedizin

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
6	<a href="https://www.stammzellen.nrw.de/informieren/ethik-und-recht/ethische-fragestellungen">https://www.stammzellen.nrw.de/informieren/ethik-und-recht/ethische-fragestellungen</a>	Stammzellnetzwerk.NRW
7	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/9932">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/9932</a>	Arbeitsblatt Stammbaumanalyse, geeignet für Sek. I und Sek. II
8	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/9933">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/9933</a>	Hinweise und Lösungen zum Arbeitsblatt Stammbaumanalyse

4

<p>UV Z4: Energie, Stoffwechsel und Enzyme</p> <p>Inhaltsfeld 1: Zellbiologie</p> <p>Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Physiologie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von Enzymaktivitäten</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <p>Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)</p> <p>Informationen aufbereiten (K)</p>	<p>Fachschaftsinterne Absprachen</p> <p>Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <p>Energetischer Zusammenhang zwischen auf- und abbauendem Stoffwechsel</p>
--	--

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Enzyme: Kinetik	erklären die Regulation der Enzymaktivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9).	Wie können in der Zelle biochemische Reaktionen reguliert ablaufen?  (ca. 12 Ustd.)	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Enzyme ermöglichen Reaktionen bei Körpertemperatur.</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <p>Demonstrationsexperiment zur Verbrennung eines Zuckerwürfels mit und ohne Asche.</p>



Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Untersuchung von Enzymaktivitäten	entwickeln Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von verschiedenen Faktoren und überprüfen diese mit		Definition des Katalysators und Veranschaulichung der Wirkung im Energiediagramm. Erarbeitung der Merkmale von Enzymen als Proteine (→ EF.1) mit spezifischer Raumstruktur und ihrer Eigenschaft als Biokatalysatoren Herstellen des Zusammenhangs mit Stoffwechselreaktionen im Organismus und Hervorheben der Bedeutung von kontrollierter Stoffumwandlung durch Zerlegung in viele Teilschritte Erarbeitung des Prinzips von Enzymreaktionen, dabei Berücksichtigung von Enzymeigenschaften wie Spezifität und Sättigung und Berücksichtigung des Schlüssel-Schloss-Prinzips (Basiskonzept Struktur und Funktion) Entwicklung einer Modellvorstellung als geeignete Darstellungsform (E12, K9) <i>Kontext:</i> <b>Die Enzymaktivität ist abhängig von Umgebungsbedingungen.</b>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	<p>experimentellen Daten (E2, E3, E6, E9, E11, E14).</p> <p>beschreiben und interpretieren Diagramme zu enzymatischen Reaktionen (E9, K6, K8, K11).</p>		<p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <p>Entwicklung von Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von der Substratkonzentration (Sättigung) und der Temperatur (RGT-Regel, Denaturierung von Proteinen z.B. bei Fieber), Überprüfung durch Auswertung von Experimenten, wenn möglich selbst durchgeführt (E11, E14)</p> <p>Anwendung der Kenntnisse zur Enzymaktivität auf die Auswirkungen eines weiteren Faktors wie etwa dem pH-Wert am Beispiel von Verdauungsenzymen</p> <p>Interpretation grafischer Darstellungen zur Enzymaktivität, hierbei Fokussierung auf die korrekte Verwendung von Fachsprache und Vermeidung von Alltagssprache und ggf. Korrektur finaler Erklärungen (K6, K8)</p> <p><i>fakultativ: Enzymaktivität in Abhängigkeit von der Salinität der Umgebung, Bezug zur Homöostase möglich (→ Osmoregulation).</i></p>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p>Anabolismus und Katabolismus</p> <p>Energieumwandlung: ATP-ADP-System</p>	<p>beschreiben die Bedeutung des ATP-ADP-Systems bei auf- und abbauenden Stoffwechselprozessen (S5, S6).</p>	<p>Welcher Zusammenhang besteht zwischen aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel in einer Zelle stofflich und energetisch?</p> <p>(ca. 12 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>„Du bist, was du isst“ – Umwandlung von Nahrung in körpereigene Substanz</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <p>Aktivierung von Vorwissen (→ Sek I, EF.1) durch Analyse einer Nährwerttabelle: Zusammenhang zwischen Nahrungsbestandteilen und Zellinhaltsstoffen</p> <p>Erstellung eines vereinfachten Schemas zum katabolen und anabolen Stoffwechsel, dabei Verdeutlichung des energetischen Zusammenhangs von abbauenden (exergonischen) und aufbauenden (endergonischen) Stoffwechselwegen, dabei Berücksichtigung der Abgrenzung von Alltags- und Fachsprache [1]</p> <p>Verdeutlichung des Grundprinzips der energetischen Kopplung durch Energieüberträger</p> <p>Erläuterung des ATP-ADP-Systems unter Verwendung einfacher Modellvorstellungen: ATP als Energieüberträger</p>
<p>Energieumwandlung:</p>			<p><i>Kontext:</i></p>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Redoxreaktionen			<p><b>„Chemie in der Zelle“– Redoxreaktionen ermöglichen den Aufbau und Abbau von Stoffen</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <p>Aktivierung von Vorwissen (→Sek I Chemie): Redoxreaktion als Elektronenübertragungsreaktion, Donator-Akzeptor-Prinzip, Energieumsatz</p> <p>Herstellen eines Zusammenhangs von exergonischer Oxidation und Katabolismus sowie endergonischer Reduktion und Anabolismus</p> <p>Erläuterung des (NADH+H<sup>+</sup>)-NAD<sup>+</sup>-Systems und die Bedeutung von Reduktionsäquivalenten für den Stoffwechsel</p> <p>Vervollständigung des Schaubildes zum Zusammenhang von abbauendem und aufbauendem Stoffwechsel durch Ergänzung des (NADH+H<sup>+</sup>)-NAD<sup>+</sup>-Systems und des ATP-ADP-Systems. Dabei Herausstellung des Recyclings der Trägermoleküle und der Kopplung von Stoffwechselreaktionen</p>

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6054">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6054</a>	Sachinformationen und Anregungen für die Lehrkraft zur Darstellung der Zusammenhänge von katabolen und anabolen Stoffwechselwegen
2	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6053">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6053</a>	Sachinformationen zum Aufbau von Enzymen, Begriffsbestimmungen (Apoenzym, Cofaktor etc.)

## 5.2 Qualifikationsphase 1 (Grundkurs)

### **UV GK-S1: Energieumwandlung in lebenden Systemen**

#### **Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie**

Zeitbedarf: ca. 5 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

#### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen

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

Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p>Energieumwandlung</p> <p>Energieentwertung</p> <p>Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel</p> <p>ATP-ADP-System</p> <p>Stofftransport zwischen den Kompartimenten</p> <p>Chemiosmotische ATP-Bildung</p>	<p>stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9).</p>	<p>Wie wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in nutzbare Energie um?</p> <p>(ca. 2 Ustd)</p>	<p>Kontext:</p> <p><b>Zellatmung im Überblick</b></p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <p>Aktivierung von Vorwissen aus der EF</p> <p>Grundlegende Abläufe der Zellatmung zur Bereitstellung der Energie in der Zelle</p> <p>ATP als Energiewährung</p> <p>Lebensgrundlage Sauerstoff</p> <p>Rückbezug zu Sportprojekttagen</p> <p>Aufbau und Funktion der Muskulatur</p>

**UV GK-S2: Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen**

**Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie**

Zeitbedarf: ca. 11 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen

**Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:**

Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)

Informationen erschließen (K)

Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)

<b>Inhaltliche Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</b>	<b>Sequenzierung: Leitfragen</b>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
Feinbau Mitochondrium Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäure-	stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9).	Wie kann die Zelle durch den schrittweisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen? (ca. 6 Ustd.)	Kontext: <b>Die Zellatmung – Umwandlung von Sauerstoff und Nährstoffen zur Energiebereitstellung</b>  Zentrale Unterrichtssituationen: Ablauf der Glykolyse Ablauf des Citratzyklus Ablauf der Atmungskette



Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
zyklus und Atmungskette  Redoxreaktionen  Stoffwechselregulation auf Enzymebene	erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels (S7, E1–4, E11, E12).  nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1–4, B5, B7, B9).	Wie beeinflussen Nahrungsergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel?  (ca. 5 Ustd.)	Kontext: <b>Verbesserung von Training durch Nahrungsergänzung?</b>  Zentrale Unterrichtssituationen:

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

### Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie

Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel,

Fachliche Verfahren: Chromatografie

#### Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

Biologische Sachverhalte betrachten (S)

Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)

Informationen aufbereiten (K)

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren	analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11).	Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von Pflanzen abhängig?  (ca. 4 Ustd.)	Kontext: <b>Die grüne Lunge – Pflanzen als Sauerstoffproduzenten</b>  Zentrale Unterrichtssituationen:  Biologie heute (Animation)

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Funktionale Anpasstheiten : Blattaufbau	erklären funktionale Anpasstheiten an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4–S6, E3, K6–8).	<i>Welche Blattstrukturen sind für die Fotosynthese von Bedeutung?</i>  (ca. 4 Ustd.)	Versuch: Sauerstoffproduktion Wasserpest  Aufbau von Sonnen- und Schattenblatt (Buche)  Blattchromatografie
Funktionale Anpasstheite n: Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, Feinbau Chloroplast Chromatografie	erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13).	<i>Welche Funktionen haben Fotosynthesepigmente?</i>  (ca. 3 Ustd.)	
Chemiosmotische ATP-Bildung Zusammenhang von Primär- und	erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der Fotosynthese aus stofflicher	<i>Wie erfolgt die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie?</i>  (ca. 7 Ustd.)	Kontext:  <b>Fotosynthese im Detail</b>  Zentrale Unterrichtssituationen:  Aufbau von Fotosystem II

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Sekundärreaktionen,  Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration  Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel	und energetischer Sicht (S2, S7, E2, K9).		Aufbau von Fotosystem I  Reaktionen während der Fotosynthese

## **UV GK-Ö1: Anpasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen**

### **Inhaltsfeld 4: Ökologie**

**Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten**

#### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Fachliche Verfahren: Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal

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

Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)

Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)

Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)

Informationen aufbereiten (K)

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren.	erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem (S5–7, K8).	<i>Welche Forschungsgebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Ökologie?</i> (ca. 3 Ustd.)	Kontext:
Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven	untersuchen auf der Grundlage von Daten die physiologische und ökologische Potenz von Lebewesen (S7, E1–3, E9, E13).	<i>Inwiefern bedingen abiotische Faktoren die Verbreitung von Lebewesen?</i> (ca. 5 Ustd.)	
Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen:	analysieren die Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- und interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6–K8).	<i>Welche Auswirkungen hat die Konkurrenz um Ressourcen an realen Standorten auf die Verbreitung von Arten?</i> (ca. 5 Ustd.)	

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p>ökologische Potenz</p> <p>Ökologische Nische</p> <p>Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen, Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal</p>	<p>erläutern die ökologische Nische als Wirkungsgefüge (S4, S7, E17, K7, K8).</p> <p>bestimmen Arten in einem ausgewählten Areal und begründen ihr Vorkommen mit dort erfassten ökologischen Faktoren (E3, E4, E7–9, E15, K8).</p> <p>analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14).</p>	<p>Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden? (ca. 3 Ustd.)</p>	

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

**Inhaltsfeld 4: Ökologie**

**Zeitbedarf: ca. 9 Unterrichtsstunden à 45 Minuten**

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

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

**Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:**

Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)

Informationen aufbereiten (K)

Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)

Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
Interspezifische Beziehungen: Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen	analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6–K8).	<i>In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar?</i>  (ca. 5 Ustd.)
Ökosystemmanagement: nachhaltige	erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und	<i>Wie können Aspekte der Nachhaltigkeit im</i>



Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität	Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10).	Ökosystemmanagement verankert werden?  (ca. 4 Ustd.)

**UV GK-Ö3: Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen**

**Inhaltsfeld 4: Ökologie**

**Zeitbedarf: ca. 9 Unterrichtsstunden à 45 Minuten**

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

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

**Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:**

Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)  
 Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)  
 Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)  
 Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz	analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S7, E12, E14, K2, K5).	<i>In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften durch Energie-fluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbindung?</i>  (ca. 4 Ustd.)
Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf		<i>Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant?</i>  (ca. 2 Ustd.)
Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts	erläutern geografische, zeitliche und soziale Auswirkungen des anthropogen bedingten Treibhauseffektes und entwickeln Kriterien für die Bewertung von Maßnahmen (S3, E16, K14, B4, B7, B10, B12).	<i>Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden?</i>  (ca. 3 Ustd.)

Q2 Phase

<p><b>UV GK-G1: DNA – Speicherung und Expression genetischer Information</b></p> <p><b>Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution</b></p> <p>Zeitbedarf: ca. 27 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <p>Molekulargenetische Grundlagen des Lebens</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <p>Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</p> <p>Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)</p> <p>Informationen aufbereiten (K)</p>
---

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
Speicherung und Realisierung genetischer Information: Bau der DNA, semikonservative Replikation, Transkription, Translation	<p>leiten ausgehend vom Bau der DNA das Grundprinzip der semikonservativen Replikation aus experimentellen Befunden ab (S1, E1, E9, E11, K10).</p> <p>erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6).</p>	<p><i>Wie wird die identische Verdopplung der DNA vor einer Zellteilung gewährleistet?</i></p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p> <p><i>Wie wird die genetische Information der DNA zu Genprodukten bei Prokaryoten umgesetzt?</i></p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
<p>Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Genmutationen</p> <p>Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung</p>	<p>erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8).</p> <p>erklären die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren und DNA-Methylierung (S2, S6, E9, K2, K11).</p>	<p><i>Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen bei der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten?</i></p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p> <p><i>Wie können sich Veränderungen der DNA auf die Genprodukte und den Phänotyp auswirken?</i></p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p> <p><i>Wie wird die Genaktivität bei Eukaryoten gesteuert?</i></p> <p>(ca. 7 Ustd.)</p>

<p><b>UV GK-G2: Humangenetik und Gentherapie</b></p> <p><b>Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution</b></p> <p>Zeitbedarf: ca. 8 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <p>Molekulargenetische Grundlagen des Lebens</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <p>Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</p> <p>Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)</p> <p>Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)</p>
--

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie	<p>analysieren Familienstammbäume und leiten daraus mögliche Konsequenzen für Gentest und Beratung ab (S4, E3, E11, E15, K14, B8).</p> <p>bewerten Nutzen und Risiken einer Gentherapie beim Menschen (S1, K14, B3, B7-9, B11).</p>	<p><i>Welche Bedeutung haben Familienstammbäume für die genetische Beratung betroffener Familien?</i></p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p> <p><i>Welche ethischen Konflikte treten im Zusammenhang mit gentherapeutischen Behandlungen beim Menschen auf?</i></p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>

**UV GK-E1: Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie**

**Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution**

Zeitbedarf: ca. 13 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

Entstehung und Entwicklung des Lebens

**Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:**

Biologische Sachverhalte betrachten (S)

Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)

Informationen aufbereiten (K)

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
Synthetische Evolutionstheorie: Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift	begründen die Veränderungen im Genpool einer Population mit der Wirkung der Evolutionsfaktoren (S2, S5, S6, K7).	<i>Wie lassen sich Veränderungen im Genpool von Populationen erklären?</i>  (ca. 5 Ustd.)
Synthetische Evolutionstheorie:	erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der	<i>Welche Bedeutung hat die reproduktive Fitness für die</i>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
adaptiver Wert von Verhalten, Kosten-Nutzen-Analyse, reproduktive Fitness	reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8).	<p><i>Entwicklung von Angepasstheiten?</i></p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p> <p><i>Wie kann die Entwicklung von angepassten Verhaltensweisen erklärt werden?</i></p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p> <p><i>Wie lässt sich die Entstehung von Sexualdimorphismus erklären?</i></p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p>
Synthetische Evolutionstheorie: Koevolution	erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8).	<p><i>Welche Prozesse laufen bei der Koevolution ab?</i></p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p>



**UV GK-E2: Stammbäume und Verwandtschaft**

**Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution**

Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

Entstehung und Entwicklung des Lebens

**Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:**

Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)

Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)

Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)

Informationen aufbereiten (K)

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
Stammbäume und Verwandtschaft: Artbildung, Biodiversität, populationsgenetischer Artbegriff, Isolation	erklären Prozesse des Artwandels und der Artbildung mithilfe der Synthetischen Evolutionstheorie (S4, S6, S7, E12, K6, K7).	<i>Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen?</i>  (ca. 4 Ustd.)
molekularbiologische Homologien,	deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf	<i>Welche molekularen Merkmale deuten auf eine</i>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
ursprüngliche und abgeleitete Merkmale	<p>phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8).</p> <p>analysieren phylogenetische Stammbäume im Hinblick auf die Verwandtschaft von Lebewesen und die Evolution von Genen (S4, E2, E10, E12, K9, K11).</p> <p>deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8).</p>	<p><i>phylogenetische Verwandtschaft hin?</i> (ca. 3 Ustd.)</p> <p><i>Wie lässt sich die phylogenetische Verwandtschaft auf verschiedenen Ebenen ermitteln, darstellen und analysieren?</i> (ca. 4 Ustd.)</p> <p><i>Wie lassen sich konvergente Entwicklungen erkennen?</i> (ca. 3 Ustd.)</p>
Synthetische Evolutionstheorie: Abgrenzung von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen	begründen die Abgrenzung der Synthetischen Evolutionstheorie gegen nicht-naturwissenschaftliche Positionen und nehmen zu diesen Stellung (E15–E17, K4, K13, B1, B2, B5).	<p><i>Wie lässt sich die Synthetische Evolutionstheorie von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen abgrenzen?</i> (ca. 2 Ustd.)</p>

**UV GK-N1: Informationsübertragung durch Nervenzellen**

**Inhaltsfeld 2: Neurobiologie**

Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

Grundlagen der Informationsverarbeitung,  
 Fachliche Verfahren: Potenzialmessungen

**Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:**

Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)  
 Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)  
 Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
Bau und Funktionen von Nerven-zellen: Ruhepotenzial	erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12).  entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Aufrechterhaltung	Wie ermöglicht die Struktur eines Neurons die Aufnahme und Weitergabe von Informationen?  (ca. 12 Ustd.)

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
<p>Bau und Funktionen von Nerven-zellen: Aktionspotenzial</p> <p>Potenzialmessungen</p> <p>Bau und Funktionen von Nervenzellen: Erregungsleitung</p>	<p>und Beeinflussung des Ruhepotenzials (S4, E3).</p> <p>erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14).</p> <p>vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an (S6, E1–3).</p>	
<p>Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse</p> <p>Stoffeinwirkung an Synapsen</p>	<p>erklären die Erregungsübertragung an einer Synapse und erläutern die Auswirkungen exogener Substanzen (S1, S6, E12, K9, B1, B6).</p> <p>erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14).</p> <p>nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzliederung Stellung (B5–9).</p>	<p><i>Wie erfolgt die Informationsweitergabe zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese beeinflusst werden?</i></p> <p>(ca. 8 Ustd.)</p>

Q1 LK

**UV LK-S1: Energieumwandlung in lebenden Systemen**

**Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie**

Zeitbedarf: ca. 6 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen

**Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:**

Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)

Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
Energieumwandlung Energieentwertung Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel ATP-ADP-System Stofftransport zwischen den Kompartimenten Chemiosmotische ATP-Bildung	vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11).	<i>Wie wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in nutzbare Energie um?</i> (ca. 6 Ustd)

**UV LK-S2: Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen**

**Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie**

Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen

**Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:**

Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)

Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)

Informationen erschließen (K)

Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
<p>Feinbau Mitochondrium</p> <p>Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäurezyklus und Atmungskette</p> <p>Energetisches Modell der Atmungskette</p> <p>Redoxreaktionen</p>	<p>stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter <b>aeroben und anaeroben</b> Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9).</p> <p>vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien <b>und Chloroplasten</b> auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11).</p>	<p><i>Wie kann die Zelle durch den schrittweisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen?</i></p> <p>(ca. 8 Ustd.)</p>
<p>Alkoholische Gärung und Milchsäuregärung</p>	<p>stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter <b>aeroben und anaeroben</b> Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9).</p>	<p><i>Welche Bedeutung haben Gärungsprozesse für die Energiegewinnung?</i></p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p>
<p>Stoffwechselregulation auf Enzymebene</p>	<p>erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels (S7, E1–4, E11, E12).</p> <p>nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter</p>	<p><i>Wie beeinflussen Nahrungsergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel?</i></p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>



Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
	stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1–4, B5, B7, B9).	

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

#### Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie

Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel,

Fachliche Verfahren: Chromatografie, Tracer-Methode

#### Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

Biologische Sachverhalte betrachten (S)

Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)

Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)

Informationen aufbereiten (K)

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren	analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11).	<i>Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von Pflanzen abhängig?</i>  (ca. 4 Ustd.)
Funktionale Anpassungen: Blattaufbau	erklären funktionale Anpassungen an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4–S6, E3, K6–8).	<i>Welche Blattstrukturen sind für die Fotosynthese von Bedeutung?</i>  (ca. 4 Ustd.)
Funktionale Anpassungen: Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, Lichtsammelkomplex, Feinbau Chloroplast  Chromatografie	erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13).	<i>Welche Funktionen haben Fotosynthesepigmente?</i>  (ca. 4 Ustd.)
Chemiosmotische ATP-Bildung  Energetisches Modell der Lichtreaktionen	vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11).	<i>Wie erfolgt die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie?</i>  (ca. 12 Ustd.)

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen , Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration Tracer-Methode Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel	erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der Fotosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht (S2, S7, E2, K9). werten durch die Anwendung von Tracermethoden erhaltene Befunde zum Ablauf mehrstufiger Reaktionswege aus (S2, E9, E10, E15).	

**UV LK-S4: Fotosynthese – natürliche und anthropogene Prozessoptimierung**

**Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie**

Zeitbedarf: ca. 8 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel

**Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:**

Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)

Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)

Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
Funktionale Anpasstheiten: Blattaufbau C <sub>4</sub> -Pflanzen Stofftransport zwischen Kompartimenten	vergleichen die Sekundärvorgänge bei C <sub>3</sub> - und C <sub>4</sub> - Pflanzen und erklären diese mit der Anpasstheit an unterschiedliche Standortfaktoren (S1, S5, S7, K7).	Welche morphologischen und physiologischen Anpasstheiten ermöglichen eine effektive Fotosynthese an heißen und trockenen Standorten?  (ca. 4 Ustd.)

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen	beurteilen und bewerten multiperspektivisch Zielsetzungen einer biotechnologisch optimierten Fotosynthese im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung (E17, K2, K13, B2, B7, B12).	<i>Inwiefern können die Erkenntnisse aus der Fotosyntheseforschung zur Lösung der weltweiten CO<sub>2</sub>-Problematik beitragen?</i>  (ca. 4 Ustd.)

**UV LK-Ö1: Anpasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen**

**Inhaltsfeld 4: Ökologie**

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

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen,  
 Fachliche Verfahren: Erfassung ökologischer Faktoren und quantitative und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal

**Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:**

Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)

Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)

Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)

Informationen aufbereiten (K)

	Konkretisierte Kompetenzerwartungen	
Inhaltliche Aspekte	Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>
Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren.	erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem (S5–7, K8).	<i>Welche Forschungsgebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Ökologie?</i>  (ca. 3 Ustd.)

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven	untersuchen auf der Grundlage von Daten die physiologische und ökologische Potenz von Lebewesen (S7, E1–3, E9, E13).	<i>Inwiefern bedingen abiotische Faktoren die Verbreitung von Lebewesen?</i>  (ca. 8 Ustd.)
Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz,	analysieren die Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- und interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6–K8).	<i>Welche Auswirkungen hat die Konkurrenz um Ressourcen an realen Standorten auf die Verbreitung von Arten?</i>  (ca. 7 Ustd.)
Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische Potenz Ökologische Nische	erläutern die ökologische Nische als Wirkungsgefüge (S4, S7, E17, K7, K8).	
Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen,	bestimmen Arten in einem ausgewählten Areal und begründen ihr Vorkommen mit dort erfassten ökologischen Faktoren (E3, E4, E7–9, E15, K8).	<i>Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden?</i>  (ca. 4 Ustd.)
Erfassung ökologischer Faktoren und quantitative und qualitative Erfassung	analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder	

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
von Arten in einem Areal	Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14).	

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

#### Inhaltsfeld 4: Ökologie

**Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten**

#### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

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

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

Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)

Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)

Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)

Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)



Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
Idealisierte Populationsentwicklung: exponentielles und logistisches Wachstum Fortpflanzungsstrategien: r- und K-Strategien	interpretieren grafische Darstellungen der Populationsdynamik unter idealisierten und realen Bedingungen auch unter Berücksichtigung von Fortpflanzungsstrategien (S5, E9, E10, E12, K9).	<i>Welche grundlegenden Annahmen gibt es in der Ökologie über die Dynamik von Populationen?</i>  (ca. 6 Ustd.)
Interspezifische Beziehungen: Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen	analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6–K8).	<i>In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar?</i>  (ca. 6 Ustd.)
Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität Hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt	erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10).  analysieren Schwierigkeiten der Risikobewertung für hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt unter Berücksichtigung verschiedener Interessenslagen (E15, K10, K14, B1, B2, B5).	<i>Wie können Aspekte der Nachhaltigkeit im Ökosystemmanagement verankert werden?</i>  (ca. 6 Ustd.)

**UV LK-Ö3: Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen**

**Inhaltsfeld 4: Ökologie**

**Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten**

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen,

Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität

**Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:**

Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)

Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)

Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)

Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz	analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S7, E12, E14, K2, K5).	<i>In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften durch Energiefluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbindung?</i>  (ca. 5 Ustd.)
Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf		<i>Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant?</i>  (ca. 3 Ustd.)
Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts  Ökologischer Fußabdruck	erläutern geografische, zeitliche und soziale Auswirkungen des anthropogen bedingten Treibhauseffektes und entwickeln Kriterien für die Bewertung von Maßnahmen (S3, E16, K14, B4, B7, B10, B12).  beurteilen anhand des ökologischen Fußabdrucks den Verbrauch endlicher Ressourcen aus verschiedenen Perspektiven (K13, K14, B8, B10, B12).	<i>Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden?</i>  (ca. 5 Ustd.)

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
Stickstoffkreislauf Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, nachhaltige Nutzung	<p>analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14).</p> <p>analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S7, E12, E14, K2, K5).</p>	<p>Wie können umfassende Kenntnisse über ökologische Zusammenhänge helfen, Lösungen für ein komplexes Umweltproblem zu entwickeln?</p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p>

Q2 LK

**UV LK-G1: DNA – Speicherung und Expression genetischer Information**

**Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution**

Zeitbedarf: ca. 28 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

Molekulargenetische Grundlagen des Lebens, Fachliche Verfahren: PCR, Gelelektrophorese

**Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:**

Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)

Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)

Informationen aufbereiten (K)

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
Speicherung und Realisierung genetischer Information: Bau der DNA, semikonservative Replikation, Transkription, Translation	leiten ausgehend vom Bau der DNA das Grundprinzip der semikonservativen Replikation aus experimentellen Befunden ab (S1, E1, E9, E11, K10).  erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6).	Wie wird die identische Verdopplung der DNA vor einer Zellteilung gewährleistet?  (ca. 4 Ustd.)  Wie wird die genetische Information der DNA zu Genprodukten bei Prokaryoten umgesetzt?  (ca. 8 Ustd.)

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
<p>Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Genmutationen</p> <p>PCR</p> <p>Gelelektrophorese</p>	<p>deuten Ergebnisse von Experimenten zum Ablauf der Proteinbiosynthese (u. a. zur Entschlüsselung des genetischen Codes) (S4, E9, E12, K2, K9).</p> <p>erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6).</p> <p>erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8).</p> <p>erläutern PCR und Gelelektrophorese unter anderem als Verfahren zur Feststellung von Genmutationen (S4, S6, E8–10, K11).</p>	<p><i>Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen bei der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten?</i></p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p> <p><i>Wie können sich Veränderungen der DNA auf die Genprodukte und den Phänotyp auswirken?</i></p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p> <p><i>Mit welchen molekularbiologischen Verfahren können zum Beispiel Genmutationen festgestellt werden?</i></p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>

**UV LK-G2: DNA – Regulation der Genexpression und Krebs**

**Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution**

Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

Molekulargenetische Grundlagen des Lebens

**Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:**

Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)

Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)

Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung, Histonmodifikation, RNA-Interferenz	erklären die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren und DNA-Methylierung (S2, S6, E9, K2, K11).  erläutern die Genregulation bei Eukaryoten durch RNA-Interferenz und Histon-Modifikation anhand von Modellen (S5, S6, E4, E5, K1, K10).	<i>Wie wird die Genaktivität bei Eukaryoten gesteuert?</i>  (ca. 10 Ustd.)

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
Krebs: Krebszellen, Onkogene und Anti-Onkogene, personalisierte Medizin	begründen Eigenschaften von Krebszellen mit Veränderungen in Proto-Onkogenen und Anti-Onkogenen (Tumor-Suppressor-Genen) (S3, S5, S6, E12).  begründen den Einsatz der personalisierten Medizin in der Krebstherapie (S4, S6, E14, K13).	Wie können zelluläre Faktoren zum ungehemmten Wachstum der Krebszellen führen?  (ca. 6 Ustd.)  Welche Chancen bietet eine personalisierte Krebstherapie?  (ca. 4 Ustd.)

### UV LK-G3: Humangenetik, Gentechnik und Gentherapie

#### Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

Molekulargenetische Grundlagen des Lebens, Fachliche Verfahren: Gentechnik: Veränderung und Einbau von DNA, Gentherapeutische Verfahren

#### Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)

Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)

Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)



Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie	analysieren Familienstammbäume und leiten daraus mögliche Konsequenzen für Gentest und Beratung ab (S4, E3, E11, E15, K14, B8).	<i>Welche Bedeutung haben Familienstammbäume für die genetische Beratung betroffener Familien?</i>  (ca. 4 Ustd.)
Gentechnik: Veränderung und Einbau von DNA, Gentherapeutische Verfahren	erklären die Herstellung rekombinanter DNA und nehmen zur Nutzung gentechnisch veränderter Organismen Stellung (S1, S8, K4, K13, B2, B3, B9, B12).	<i>Wie wird rekombinante DNA hergestellt und vermehrt?</i>  <i>Welche ethischen Konflikte treten bei der Nutzung gentechnisch veränderter Organismen auf?</i>  (ca. 8 Ustd.)
Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie	bewerten Nutzen und Risiken einer Gentherapie beim Menschen und nehmen zum Einsatz gentherapeutischer Verfahren Stellung (S1, K14, B3, B7–9, B11).	<i>Welche ethischen Konflikte treten im Zusammenhang mit gentherapeutischen Behandlungen beim Menschen auf?</i>  (ca. 6 Ustd.)

<p><b>UV LK-E1: Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie</b></p> <p><b>Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution</b></p> <p>Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <p>Entstehung und Entwicklung des Lebens</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <p>Biologische Sachverhalte betrachten (S)</p> <p>Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</p> <p>Informationen aufbereiten (K)</p>
--

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
Synthetische Evolutionstheorie: Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift	begründen die Veränderungen im Genpool einer Population mit der Wirkung der Evolutionsfaktoren (S2, S5, S6, K7).	Wie lassen sich Veränderungen im Genpool von Populationen erklären?  (ca. 6 Ustd.)
Synthetische Evolutionstheorie: adaptiver Wert von Verhalten, Kosten-Nutzen-Analyse,	erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5-7, K7, K8).	Welche Bedeutung hat die reproduktive Fitness für die Entwicklung von Angepasstheiten?

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
<p>reproduktive Fitness</p>		<p>(ca. 2 Ustd.)</p> <p><i>Wie kann die Entwicklung von angepassten Verhaltensweisen erklärt werden?</i></p> <p>(ca. 3 Ustd.)</p> <p><i>Wie lässt sich die Entstehung von Sexualdimorphismus erklären?</i></p> <p>(ca. 3 Ustd.)</p>
<p>Sozialverhalten bei Primaten: exogene und endogene Ursachen, Fortpflanzungsverhalten</p>	<p>erläutern datenbasiert das Fortpflanzungsverhalten von Primaten auch unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (S3, S5, E3, E9, K7).</p>	<p><i>Wie lassen sich die Paarungsstrategien und Sozialsysteme bei Primaten erklären?</i></p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>
<p>Synthetische Evolutionstheorie: Koevolution</p>	<p>erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8).</p>	<p><i>Welche Prozesse laufen bei der Koevolution ab?</i></p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p>

**UV LK-E2: Stammbäume und Verwandtschaft**

**Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution**

Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

Entstehung und Entwicklung des Lebens

**Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:**

Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)

Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)

Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)

Informationen aufbereiten (K)

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
Stammbäume und Verwandtschaft: Artbildung, Biodiversität, populationsgenetischer Artbegriff, Isolation	erklären Prozesse des Artwandels und der Artbildung mithilfe der Synthetischen Evolutionstheorie (S4, S6, S7, E12, K6, K7).	<i>Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen?</i>  (ca. 4 Ustd.)

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
molekularbiologische Homologien, ursprüngliche und abgeleitete Merkmale	deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8).	<i>Welche molekularen Merkmale deuten auf eine phylogenetische Verwandtschaft hin?</i>  (ca. 3 Ustd.)
	analysieren phylogenetische Stammbäume im Hinblick auf die Verwandtschaft von Lebewesen und die Evolution von Genen (S4, E2, E10, E12, K9, K11).	<i>Wie lässt sich die phylogenetische Verwandtschaft auf verschiedenen Ebenen ermitteln, darstellen und analysieren?</i>  (ca. 4 Ustd.)
	deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8).	<i>Wie lassen sich konvergente Entwicklungen erkennen?</i>  (ca. 3 Ustd.)
Synthetische Evolutionstheorie: Abgrenzung von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen	begründen die Abgrenzung der Synthetischen Evolutionstheorie gegen nicht-naturwissenschaftliche Positionen und nehmen zu diesen Stellung (E15–E17, K4, K13, B1, B2, B5).	<i>Wie lässt sich die Synthetische Evolutionstheorie von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen abgrenzen?</i>  (ca. 2 Ustd.)

**UV LK-E3: Humanevolution und kulturelle Evolution**

**Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution**

Zeitbedarf: ca.10 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

Entstehung und Entwicklung des Lebens

**Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:**

Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)

Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)

Informationen aufbereiten (K)

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
Evolution des Menschen und kulturelle Evolution: Ursprung, Fossilgeschichte, Stammbäume und Verbreitung des	diskutieren wissenschaftliche Befunde und Hypothesen zur Humanevolution auch unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit (S4, E9, E12, E15, K7, K8).	Wie kann die Evolution des Menschen anhand von morphologischen und molekularen Hinweisen nachvollzogen werden?  (ca. 7 Ustd.)

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
heutigen Menschen, Werkzeuggebrauch, Sprachentwicklung	analysieren die Bedeutung der kulturellen Evolution für soziale Lebewesen (E9, E14, K7, K8, B2, B9).	Welche Bedeutung hat die kulturelle Evolution für den Menschen und andere soziale Lebewesen?  (ca. 3 Ustd.)

**UV LK-N1: Erregungsentstehung und Erregungsleitung an einem Neuron**

**Inhaltsfeld 2: Neurobiologie**

Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

Grundlagen der Informationsverarbeitung,  
Fachliche Verfahren: Potenzialmessungen, neurophysiologische Verfahren

**Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:**

Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)  
Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)  
Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
Bau und Funktionen von Nerven-zellen: Ruhepotenzial	erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12).  entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Aufrechterhaltung und Beeinflussung des Ruhepotenzials (S4, E3).	Wie ermöglicht die Struktur eines Neurons die Aufnahme und Weitergabe von Informationen?  <b>(ca. 12 Ustd.)</b>
Bau und Funktionen von Nerven-zellen: Aktionspotenzial neurophysiologische Verfahren, Potenzialmessungen	erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge und stellen die Anwendung eines zugehörigen neurophysiologischen Verfahrens dar (S3, E14).	
Bau und Funktionen von Nerven-zellen: Erregungsleitung	vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an (S6, E1–3).	
Störungen des neuronalen Systems	analysieren die Folgen einer neuronalen Störung aus individueller	Wie kann eine Störung des neuronalen Systems die



Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
Bau und Funktionen von Nerven-zellen: primäre und sekundäre Sinneszelle, Rezeptorpotenzial	und gesellschaftlicher Perspektive (S3, K1–4, B2, B6).  erläutern das Prinzip der Signaltransduktion bei primären und sekundären Sinneszellen (S2, K6, K10).	<i>Informationsweitergabe beeinflussen?</i>  (ca. 2 Ustd.)  <i>Wie werden Reize aufgenommen und zu Signalen umgewandelt?</i>  <b>(ca. 4 Ustd.)</b>

### UV LK-N2: Informationsweitergabe über Zellgrenzen

#### Inhaltsfeld 2: Neurobiologie

Zeitbedarf: ca. 14 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

Grundlagen der Informationsverarbeitung, Neuronale Plastizität

#### Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)

Informationen aufbereiten (K)

Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse  Verrechnung: Funktion einer hemmenden Synapse, räumliche und zeitliche Summation	erklären die Erregungsübertragung an einer Synapse und erläutern die Auswirkungen exogener Substanzen (S1, S6, E12, K9, B1, B6).  erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge und stellen die Anwendung eines zugehörigen neurophysiologischen Verfahrens dar (S3, E14).  erläutern die Bedeutung der Verrechnung von Potenzialen für die Erregungsleitung (S2, K11).	<i>Wie erfolgt die Erregungsleitung vom Neuron zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese beeinflusst werden?</i>  (ca. 8 Ustd.)
Stoffeinwirkung an Synapsen	nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9).	
Zelluläre Prozesse des Lernens	erläutern die synaptische Plastizität auf der zellulären Ebene und leiten ihre Bedeutung für den Prozess des Lernens ab (S2, S6, E12, K1).	<i>Wie kann Lernen auf neuronaler Ebene erklärt werden?</i>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen
		(ca. 4 Ustd.)
Hormone: Hormonwirkung, Verschränkung hormoneller und neuronaler Steuerung	beschreiben die Verschränkung von hormoneller und neuronaler Steuerung am Beispiel der Stressreaktion (S2, S6).	Wie wirken neuronales System und Hormonsystem bei der Stressreaktion zusammen?  (ca. 2 Ustd.)