

**Schulinterner Lehrplan  
zum Kernlehrplan für die gymnasiale Oberstufe  
am Alexander-von-Humboldt Gymnasium in  
Neuss**

# **Biologie**

## Inhalt

Seite

<b>1</b>	<b>Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Entscheidungen zum Unterricht</b>	<b>5</b>
2.1	Unterrichtsvorhaben	6
2.1.1	<i>Übersicht über die Unterrichtsvorhaben</i>	7
2.2	Integration der Ziele des Medienkompetenzrahmens NRW (MKR)	70
2.2.1	<i>Zuordnung der MKR zu den übergeordneten Kompetenzerwartungen am Ende der Einführungsphase</i>	70
2.2.2	<i>Zuordnung der MKR zu den übergeordneten Kompetenzerwartungen am Ende der Qualifikationsphase</i>	70
2.3	Integration von Zielen und Inhaltsreihen der Rahmenvorgabe Verbraucherbildung (VB)	71
2.3.1	<i>Zuordnung der VB zu den Kompetenzerwartungen am Ende der Einführungsphase</i>	71
2.3.2	<i>Zuordnung der VB zu den Kompetenzerwartungen am Ende der Qualifikationsphase</i>	71
2.4	Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit	73
2.5	Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung	75
2.6	Lehr- und Lernmittel	83
<b>3</b>	<b>Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen</b>	<b>85</b>
<b>4</b>	<b>Qualitätssicherung und Evaluation</b>	<b>86</b>

*Hinweis:*

Der vorliegende schulinterne Lehrplan beinhaltet eine Übersicht über die Abfolge aller Unterrichtsvorhaben des Fachs Biologie und ist für alle Lehrpersonen des Alexander-von-Humboldt-Gymnasiums, Neuss einschließlich der vorgenommenen Schwerpunktsetzungen **verbindlich**.

Auf dieser Grundlage plant und realisiert jede Lehrkraft ihren Unterricht in eigener Zuständigkeit und pädagogischer Verantwortung.

Konkretisierte Unterrichtsvorhaben, wie sie exemplarisch im Lehrplannavigator NRW unter „Hinweise und Materialien“ zu finden sind und in diesem schulinternen Curriculum im Kapitel 2.2.1 Übersicht über die Unterrichtsvorhaben in Spalte 4 „Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen“ eingeflossen sind, besitzen **nur empfehlenden Charakter**.

## 1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

Das Alexander-von-Humboldt-Gymnasium liegt in Neuss. Die Schule nimmt jährlich Absolvent\*innen mit mittlerem Schulabschluss von anderen Neusser Schulen in die Oberstufe auf, sodass drei bis vier Biologie-Kurse in der Einführungsphase angeboten werden. Aus diesen Kursen resultieren im Schnitt in der Qualifikationsphase vier bis fünf Grundkurse sowie ein bis zwei Leistungskurs(e). Durch eine Kooperation mit dem Nelly-Sachs-Gymnasium handelt es sich im Leistungskursbereich Biologie um Kooperationskurse.

In nahezu allen Unterrichtsvorhaben wird den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit gegeben, Schülerexperimente durchzuführen; damit wird eine Unterrichtspraxis aus der Sekundarstufe I fortgeführt. Insgesamt werden überwiegend kooperative, die Selbstständigkeit des Lernalters fördernde Unterrichtsformen genutzt, sodass ein individualisiertes Lernen in der Sekundarstufe II kontinuierlich unterstützt wird. Hierzu eignen sich besonders Doppelstunden.

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

Der Biologie stehen zwei Fachräume und eine gut ausgestattete Sammlung zur Vorbereitung einer Vielzahl von Schüler- und Demonstrationsexperimenten zur Verfügung. In jedem Fachraum befindet sich ein festinstallierter Beamer. Auf der gleichen Etage befindet sich ein Laptopwagen und ein Ipad-Koffer.

Die webbasierte Lern- und Arbeitsplattform Logineo LMS kann unter anderem für EVA Aufgaben und Onlineaufgaben genutzt werden.

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

Das Gymnasium ist eine Ganztagschule mit MINT-Schwerpunkt. In der Sekundarstufe I wird das Fach Biologie im fünften, sechsten, siebenten und zehnten Jahrgang unterrichtet. Neben Zusatzstunden in Chemie, Physik und Mathematik findet zum regelmäßigen Biologie-Unterricht in der Jahrgangsstufe fünf eine zusätzliche Experimentierstunde statt, an der jeweils die Hälfte der Schüler\*innen der Klasse abwechselnd teilnehmen. Zudem nehmen Schüler\*innen der Sekundarstufe I an der Garten-

AG und der fachübergreifenden naturwissenschaftlichen AG und an Wettbewerben, beispielsweise *biologisch* und *Heureka* teil.

In der Sekundarstufe II wird von der EF bis zur Qualifikationsphase II dreistündig im Grundkurs bzw. fünfstündig im Leistungskurs unterrichtet. Das Konzept der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung des Biologie-Unterrichts wird in der Oberstufe fortgesetzt bspw. in Zusammenarbeit mit dem zdi. So kann der reguläre Biologie-Unterricht durch Wettbewerbsangebote (Internationale Biologie Olympiade) und AG-Angebote sowie Exkursionen und Schülerlaborbesuche bereichert werden.

## 2 Entscheidungen zum Unterricht

Die Umsetzung des Kernlehrplans mit seinen verbindlichen Kompetenzerwartungen im Unterricht erfordert Entscheidungen auf verschiedenen Ebenen:

Die Übersicht über die *Unterrichtsvorhaben* gibt den Lehrkräften eine rasche Orientierung bezüglich der laut Fachkonferenz verbindlichen Unterrichtsvorhaben und der damit verbundenen Schwerpunktsetzungen für jedes Schuljahr.

Die Unterrichtsvorhaben im schulinternen Lehrplan sind die vereinbarte Planungsgrundlage des Unterrichts. Sie bilden den Rahmen zur systematischen Anlage und Weiterentwicklung *sämtlicher* im Kernlehrplan angeführter Kompetenzen, setzen jedoch klare Schwerpunkte. Sie geben Orientierung, welche Kompetenzen in einem Unterrichtsvorhaben besonders gut entwickelt werden können und berücksichtigen dabei die obligatorischen Inhaltsfelder und inhaltlichen Schwerpunkte. Dies entspricht der Verpflichtung jeder Lehrkraft, *alle* Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans bei den Lernenden auszubilden und zu fördern.

In weiteren Absätzen dieses Kapitels werden *Grundsätze der fachdidaktischen und fachmethodischen Arbeit*, *Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung* sowie Entscheidungen zur Wahl der *Lehr- und Lernmittel* festgehalten, um die Gestaltung von Lernprozessen und die Bewertung von Lernergebnissen im erforderlichen Umfang auf eine verbindliche Basis zu stellen.

## 2.1 Unterrichtsvorhaben

In der nachfolgenden *Übersicht über die Unterrichtsvorhaben* wird die für alle Lehrerinnen und Lehrer gemäß Fachkonferenzbeschluss verbindliche Verteilung der Unterrichtsvorhaben dargestellt. Die Übersicht dient dazu, für die einzelnen Jahrgangsstufen allen am Bildungsprozess Beteiligten einen schnellen Überblick über Themen bzw. Fragestellungen der Unterrichtsvorhaben unter Angabe besonderer Schwerpunkte in den Inhalten und in der Kompetenzentwicklung zu verschaffen.

Der ausgewiesene Zeitbedarf versteht sich als grobe Orientierungsgröße, die nach Bedarf über- oder unterschritten werden kann. Der schulinterne Lehrplan ist so gestaltet, dass er zusätzlichen Spielraum für Vertiefungen, besondere Interessen von Schülerinnen und Schülern, aktuelle Themen bzw. die Erfordernisse anderer besonderer Ereignisse (z.B. Praktika, Studienfahrten o.Ä.) belässt. Abweichungen über die notwendigen Absprachen hinaus sind im Rahmen des pädagogischen Gestaltungsspielraumes der Lehrkräfte möglich. Sicherzustellen bleibt allerdings auch hier, dass im Rahmen der Umsetzung der Unterrichtsvorhaben insgesamt alle Spalte 4 „Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen“ besitzt **nur empfehlenden Charakter**.

---

## 2.1.1 Übersicht über die Unterrichtsvorhaben

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

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und <u>Empfehlungen</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikroskopie</li> <li>• prokaryotische Zelle</li> <li>• eukaryotische Zelle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichen den Aufbau von prokaryotischen und eukaryotischen Zellen (S1, S2, K1, K2, K9).</li> <li>• begründen den Einsatz unterschiedlicher mikroskopischer Techniken für verschiedene Anwendungsgebiete (S2, E2, E9, E16, K6).</li> </ul>	<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><b>Kontext:</b>  <b>Vergleich eines probiotischen Getränks und des Bodensatzes von Hefeweizen</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktivierung von Vorwissen aus der → Sek I: Pflanzenzelle, Tierzelle, Bakterienzelle</li> <li>• Vergleich der Zellgrößen durch Mikroskopieren verschiedener Präparate von Prokaryoten und Eukaryoten mit dem Lichtmikroskop (S1)</li> <li>• Recherche in analogen sowie digitalen Medien etwa zu Zellgrößen bei Bakterien, Einzellern und anderen eukaryotischen Zellen (K1, K2)</li> <li>• Vergleich des Grundbauplans von pro- und eukaryotischen Zellen unter Berücksichtigung der Kompartimentierung (Basiskonzept Struktur und Funktion) (S2)</li> <li>• Erläuterung des Verfahrens der Lichtmikroskopie und Begründung der Grenzen lichtmikroskopischer Auflösung (K6)</li> <li>• Ableitung der Unterschiede zwischen Licht- und Fluoreszenzmikroskopie sowie Elektronenmikroskopie in Bezug auf technische Entwicklung, Art des eingesetzten Präparates, erreichte Vergrößerung und Begründung der unterschiedlichen Einsatzgebiete in der Zellbiologie (E2, E9, K9)</li> <li>• Reflexion der Wissensproduktion zum Beispiel unter Berücksichtigung möglicher Artefakte bei der Elektronenmikroskopie (E16)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• eukaryotische Zelle: Zusammenwirken von</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären Bau und Zusammenwirken der Zellbestandteile eukaryotischer Zellen und</li> </ul>	<p><b>Wie ermöglicht das Zusammenwirken der einzelnen Zellbestandteile die Lebensvorgänge in einer</b></p>	<p><b>Kontext:</b>  <b>„System Zelle“ – Die Zelle als kleinste lebensfähige Einheit [1]</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und <u>Empfehlungen</u>
<p>Zellbestandteilen, Kompartimentierung, Endosymbiontentheorie</p>	<p>erläutern die Bedeutung der Kompartimentierung (S2, S5, K5, K10).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern theoriegeleitet den prokaryotischen Ursprung von Mitochondrien und Chloroplasten (E9, K7).</li> </ul>	<p><b>Zelle?</b> (ca. 6 Ustd.)</p> <p><b>Welche Erkenntnisse über den Bau von Mitochondrien und Chloroplasten stützen die Endosymbiontentheorie?</b> (ca. 2 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aktivierung von Vorwissen aus der → Sek I: Kennzeichen des Lebendigen</li> <li>Erläuterung von Aufbau und Funktion von verschiedenen Zellbestandteilen pflanzlicher und tierischer Zellen anhand von Modellen und elektronenmikroskopischen Aufnahmen (S2, K10)</li> <li>Erklärung des Zusammenwirkens von Organellen, die am Membranfluss beteiligt sind (K5)</li> <li>Vergleich des Aufbaus von <b>Mitochondrien und Chloroplasten und Ableitung der jeweiligen Kompartimente (S2)</b></li> <li>Erläuterung der Bedeutung der Kompartimentierung der eukaryotischen Zelle (Basiskonzept Struktur und Funktion) auch im Hinblick auf gegenläufige Stoffwechselprozesse (S5)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Mitochondrien und Chloroplasten – Nachfahren von Prokaryoten?</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse der Besonderheiten von Mitochondrien und Chloroplasten (äußere und innere Membran, Vermehrung durch Teilung, Genom, Ribosomen) unter Einbezug proximativer Erklärungen und Vergleich mit prokaryotischen Systemen (E9, K7)</li> <li>modellhafte Darstellung des hypothetischen Ablaufs unter Fokussierung auf der Herkunft der Doppelmembran sowie der Aspekte einer Endosymbiose (E9)</li> <li>ultimate Erklärung des prokaryotischen Ursprungs der Mitochondrien und Chloroplasten mithilfe der Endosymbiontentheorie (K7)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Vielzeller: Zelldifferenzierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>analysieren differenzierte Zelltypen mithilfe mikroskopischer</li> </ul>	<p><b>Welche morphologischen Anpassungen weisen</b></p>	<p><i>Kontext:</i></p>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und <u>Empfehlungen</u>
<p>und Arbeitsteilung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikroskopie</li> </ul>	<p>Verfahren (S5, E7, E8, E13, K10).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichen einzellige und vielzellige Lebewesen und erläutern die jeweiligen Vorteile ihrer Organisationsform (S3, S6, E9, K7, K8).</li> </ul>	<p><b>verschiedene Zelltypen von Pflanzen und Tieren in Bezug auf ihre Funktionen auf?</b> (ca. 6 Ustd.)</p> <p><b>Welche Vorteile haben einzellige und vielzellige Organisationsformen?</b> (ca. 4 Ustd.)</p>	<p><b>Lichtmikroskopie von differenzierten Tier- und Pflanzenzellen in Geweben</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikroskopie von Fertigpräparaten verschiedener Tierzellen im Gewebeverband: Muskelzellen, Nervenzellen, Drüsenzellen (E7, E8)</li> <li>• Herstellung von Präparaten und Mikroskopie von ausdifferenzierten Pflanzenzellen: Blattgewebe, Leitgewebe, Festigungsgewebe, Brennhaar (E8)</li> <li>• Analyse der Anpasstheiten von verschiedenen Laubblättern (Blattquerschnitte von Sonnen- und Schattenblättern, Kiefernadeln, Maisblatt) im Hinblick auf Fotosynthese und Transpiration (K10)</li> <li>• Anfertigung wissenschaftlicher Zeichnungen zur Dokumentation und Interpretation der beobachteten Strukturen unter Berücksichtigung der Anpasstheit der Zelltypen (Basiskonzept Struktur und Funktion) und Vergleich mit Fotografien (E13)</li> <li>• Reflexion der Systemebenen (Zelle, Gewebe, Organ, Organismus) unter Bezug zur Zelldifferenzierung bei der Bildung von Geweben (Basiskonzept Individuelle und evolutive Entwicklung) (S5)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Vielfalt der Organisationsformen von Lebewesen</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Differenzierung zwischen unterschiedlichen Systemebenen: Moleküle – Zelle – Gewebe – Organ – Organismus (S6)</li> <li>• Erläuterung der unterschiedlichen Organisationsformen innerhalb der <i>Chlamydomonadales</i> (Grünalgen-Reihe) und Ableitung</li> </ul>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und <u>Empfehlungen</u>
			<p>der Eigenschaften von Vielzellern (Arbeitsteilung, Kommunikation, Fortpflanzung) anhand von <i>Volvox</i> [2] (S3, E9)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• fakultativ: Differenzierung der Begriffe Einzeller / Bakterien und Darstellung der Vielfalt der Bakterien hinsichtlich der Anpassungen ihres Stoffwechsels an unterschiedliche Lebensräume [3]</li> <li>• Diskussion der Vorteile verschiedener Organisationsformen bei Berücksichtigung der Unterschiede zwischen proximat und ultimaten Erklärungen sowie funktionalen und kausalen Erklärungen [2] [3] (K7, K8)</li> </ul>

#### 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 proximat und ultimaten 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 proximat und ultimaten Erklärungen sowie funktionalen und kausalen Erklärungen im Kontext mit den Organisationsformen von <i>Thermus aquaticus</i> und Mensch zu verdeutlichen.

Letzter Zugriff auf die ULR: 01.06.2022

<p><b>UV Z2: Biomembranen</b></p> <p><b>Inhaltsfeld 1: Zellbiologie</b></p> <p>Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	<p><b>Fachschaftsinterne Absprachen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. Experimente zu den biochemischen Eigenschaften der Stoffgruppen</li> <li>• Experimente zu Diffusion und Osmose</li> </ul>
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <p>Biochemie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von osmotischen Vorgängen</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)</li> <li>• Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)</li> <li>• Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)</li> </ul>	<p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <p>Information und Kommunikation:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prinzip der Signaltransduktion an Zellmembranen</li> </ul> <p>Steuerung und Regelung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prinzip der Homöostase bei der Osmoregulation</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltliche Aspekte</li> </ul>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Stoffgruppen: Kohlenhydrate, Lipide, Proteine</li> <li>Biomembranen: Transport, Prinzip der Signaltransduktion, Zell-Zell-Erkennung</li> <li>physiologische Anpassungen: Homöostase</li> <li>Untersuchung von osmotischen Vorgängen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6).</li> <li>stellen den Erkenntniszuwachs zum Aufbau von Biomembranen durch technischen Fortschritt und Modellierungen an Beispielen dar (E12, E15–17).</li> </ul>	<p><b>Wie hängen Strukturen und Eigenschaften der Moleküle des Lebens zusammen?</b> (ca. 5 Ustd.)</p> <p><b>Wie erfolgte die Aufklärung der Struktur von Biomembranen und welche Erkenntnisse führten zur Weiterentwicklung der jeweiligen Modelle?</b> (ca. 6 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i>  <b>Moleküle des Lebens – biochemische Grundlagen für die Erklärung zellulärer Phänomene</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reaktivierung von Vorwissen aus der Chemie → Sek I (Elemente, kovalente Bindungen, polare Bindungen, Wasser als polares Molekül, Ionen)</li> <li>fakultativ: Planung und Durchführung von Experimenten zur Löslichkeit verschiedener Stoffe in Wasser, Ethanol und Waschbenzin zur Ableitung der Begriffsdefinitionen von hydrophil und hydrophob</li> <li>Erläuterung des Aufbaus und der Eigenschaften von Kohlenhydraten, Lipiden und Proteinen sowie der Nukleinsäuren auch unter Berücksichtigung der Variabilität durch die Kombination von Bausteinen (K6)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Modellentwicklung zum Aufbau von Biomembranen [1]</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ableitung des Modells von Gorter und Grendel aus der Analyse von Erythrocyten-Membranen</li> <li>Erklärung der Veränderungen zum Sandwich-Modell von Davson und Danielli aufgrund chemischer Analysen und elektronenmikroskopischer Bilder von Zellmembranen</li> <li>Erläuterung des Fluid-Mosaik-Modells anhand folgender Analysen durch Singer und Nicolson und Bestätigung durch die Gefrierbruch-Methode sowie Zellfusions-Experimente von Frye und Edidin</li> <li>Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der einzelnen</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären experimentelle Befunde zu Diffusion und Osmose mithilfe von Modellvorstellungen (E4, E8, E10–14).</li> <li>• erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6).</li> <li>• erklären die Bedeutung der Homöostase des osmotischen Werts für zelluläre Funktionen und leiten mögliche Auswirkungen auf den Organismus ab (S4, S6, S7, K6, K10).</li> </ul>	<p><b>Wie können Zellmembranen einerseits die Zelle nach außen abgrenzen und andererseits doch durchlässig für Stoffe sein?</b> (ca. 8 Ustd.)</p>	<p>Membranmodelle auch anhand selbst hergestellter Membranmodelle (E12)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reflektion des Erkenntnisgewinnungsprozesses ausgehend vom technischen Fortschritt der Analyseverfahren und Weiterentwicklung des Membranmodells zum modernen Fluid-Mosaik-Modell (E15–17)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Abgrenzung und Austausch – (k)ein Widerspruch?</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hypothesengeleitete Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten zu Diffusion und Osmose, sodass ausgehend von der Beschreibung der Phänomene anhand von Modellvorstellungen zum Aufbau von Biomembranen die experimentellen Befunde erklärt werden können (E4, E8)</li> <li>• 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)</li> <li>• Erläuterung von Modellvorstellungen zu verschiedenen Transportprozessen durch Biomembranen unter Berücksichtigung von Kanalproteinen, Carrierproteinen und Transport durch Vesikel (S7, E12, E13)</li> <li>• Ableitung der Eigenschaften der Transportsysteme auch im Hinblick auf energetische Aspekte (aktiver und passiver Transport) (S5, K6)</li> <li>• Erläuterung der Bedeutung zellulärer Transportsysteme am Beispiel von Darmepithelzellen, Drüsenzellen und der Blut-Hirn-Schranke (S6, S7)</li> <li>• Diskussion der Bedeutung der Osmoregulation für Einzeller</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6).</li> </ul>	<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>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> <p><i>Kontext:</i>  <b>Signaltransduktion am Beispiel des Hormons Insulin [2]</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktivierung von Vorwissen aus der → Sek I zur Wirkung des Hormons Insulin auf die Glucosekonzentration im Blut</li> <li>• Erläuterung des Schlüssel-Schloss-Prinzips am Beispiel der Bindung des Insulins an den Insulinrezeptor und Erarbeitung der Signaltransduktion sowie der ausgelösten Signalkette in der Zielzelle (S2, S5)</li> <li>• Ableitung der Auswirkungen des Insulins auf die Glucosekonzentration im Blut unter Berücksichtigung des Basiskonzepts Information und Kommunikation (Prinzip der Signaltransduktion an Zellmembranen) (S6, S7)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Organtransplantation</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktivierung von Vorwissen aus der → Sek I zur Immunantwort auf körperfremde Organe</li> <li>• Ableitung der Vielzahl von Oberflächenstrukturen einer Zelle aufgrund der Variationsmöglichkeiten von Glykolipiden und</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
			<p>Glykoproteinen und Erklärung der Spezifität dieser Oberflächenstrukturen (S2)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erläuterung der Möglichkeiten der Zell-Zell-Erkennung aufgrund spezifischer Bindung von Oberflächenstrukturen nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip und Unterscheidung zwischen körpereigenen und körperfremden Oberflächenstrukturen (S5, S7)</li> <li>• 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)</li> </ul>

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.

Letzter Zugriff auf die ULR: 01.06.2022

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

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mitose: Chromosomen, Cytoskelett</li> <li>Zellzyklus: Regulation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erklären die Bedeutung der Regulation des Zellzyklus für Wachstum und Entwicklung (S1, S6, E2, K3).</li> <li>begründen die medizinische Anwendung von</li> </ul>	<p><b>Wie verläuft eine kontrollierte Vermehrung von Körperzellen?</b></p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p> <p><b>Wie kann unkontrolliertes Zellwachstum gehemmt</b></p>	<p><b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b></p> <p><i>Kontext:</i>  <b>Wachstum bei Vielzellern geschieht durch Zellvermehrung und Zellwachstum</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reaktivierung von Vorwissen zur Mitose und zum Zellzyklus (→ Sek I)</li> <li>fakultativ: Mikroskopieren von Präparaten einer Wurzelspitze von <i>Allium cepa</i>, Vergleich von Chromosomenanordnungen im Zellkern mit modellhaften Abbildungen, Schätzung der Häufigkeit der verschiedenen Phasen (Mitose und Interphase) im Präparat</li> <li>Erläuterung der Phasen des Zellzyklus, dabei Fokussierung auf die Entstehung genetisch identischer Tochterzellen. Berücksichtigung des Basiskonzepts Struktur und Funktion: Abhängigkeit der Chromatin-Struktur von der jeweiligen Funktion</li> <li>Erstellung eines Schemas zum Zellzyklus als Kreislauf mit Darstellung des Übergangs von Zellen in die G<sub>0</sub>-Phase. Dabei Unterscheidung der ruhenden Zellen und Beachtung unterschiedlich langer G<sub>0</sub>-Phasen verschiedener Zelltypen: nie wieder sich teilende Zellen (wie Nervenzellen) und Zellen, die z. B. nach Verletzung wieder in die G<sub>1</sub>-Phase zurückkehren können</li> <li>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</li> <li>fakultativ: Bedeutung der Apoptose (programmierter Zelltod)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i></p>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	<p>Zellwachstumshemmern (Zytostatika) und nehmen zu den damit verbundenen Risiken Stellung (S3, K13, B2, B6–9).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• diskutieren kontroverse Positionen zum Einsatz von embryonalen Stammzellen (K1-4, B1–6, B10–12).</li> </ul>	<p><b>werden und welche Risiken sind mit der Behandlung verbunden?</b> (ca. 2 Ustd.)</p> <p><b>Welche Ziele verfolgt die Forschung mit embryonalen Stammzellen und wie wird diese Forschung ethisch bewertet?</b> (ca. 4 Ustd.)</p>	<p><b>Behandlung von Tumoren mit Zytostatika</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition des Krankheitsbildes Krebs und Bedeutung von Tumoren [1]</li> <li>• Recherche zu einem Zytostatikum und Erstellung eines Infoblattes mit Wirkmechanismus und Nebenwirkungen zur Erläuterung der Wirkungsweise (das Infoblatt sollte auch fachübergreifende Aspekte beinhalten) [2]</li> <li>• konstruktiver Austausch über die Ergebnisse, Fokussierung auf die unspezifische Wirkung von Zytostatika (→ Ausblick auf Möglichkeiten personalisierter Medizin) (K13)</li> <li>• Abschätzung von Nutzen und Risiken einer Zytostatikatherapie basierend auf den erhaltenen Ergebnissen, dabei sollen unterschiedliche Perspektiven eingenommen und Handlungsoptionen berücksichtigt werden (B8)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Unheilbare Krankheiten künftig heilen?</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung der Pluripotenz embryonaler Stammzellen und Erklärung der Bedeutung im Zusammenhang mit dem Zellzyklus sowie der Entstehung unterschiedlicher Gewebe</li> <li>• Recherche von Zielen der embryonalen Stammzellforschung [3-6]</li> <li>• Identifikation der Gründe für die besondere ethische Relevanz des Einsatzes von embryonalen Stammzellen</li> <li>• Benennung von Werten, die verschiedenen Positionen zugrunde liegen können und Beurteilung von Interessenlagen (B4, B5)</li> <li>• Entwicklung von notwendigen Bewertungskriterien, um zu einem</li> </ul>



Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse von Familienstambäumen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wenden Gesetzmäßigkeiten der Vererbung auf Basis der Meiose bei der Analyse von Familienstambäumen an (S6, E1–3, E11, K9, K13).</li> </ul>	<p><b>Inwiefern lassen sich Aussagen zur Vererbung genetischer Erkrankungen aus Familienstambäumen ableiten?</b></p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Betrachtung der Unterschiede zur Mitose, vor allem im Hinblick auf die Reduktion des Chromosomensatzes bei der Gametenreifung.</li> <li>Herausstellung der Vorteile sexueller Fortpflanzung: interchromosomale und intrachromosomale Rekombination (S6)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Familienfoto zeigt phänotypische Variabilität unter Geschwistern</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aktivierung des Vorwissens zu genetischer Verschiedenheit homologer Chromosomen</li> <li>Modellhafte Darstellung der Rekombinationsmöglichkeiten durch Reduktionsteilung und Befruchtung,</li> <li>Klärung des Zusammenhangs zwischen Meiose und Erbgang, dabei Berücksichtigung der verschiedenen Systemebenen</li> <li>Problematisierung der phänotypischen Ausprägung bei Heterozygotie</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Familienberatung mithilfe der Analyse eines Familienstambaus zu einem genetisch bedingten Merkmal</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aktivierung von Vorwissen: Regeln der Vererbung (Gen- und Allelbegriff, Familienstambäume) (→Sek I)</li> <li>Analyse von Familienstambäumen, dabei Beachtung der Schritte der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung [7-8]</li> <li>Ermittlung der Wahrscheinlichkeit für eine Erkrankung in Abhängigkeit des Genotyps der Eltern auf Grundlage der Möglichkeiten</li> </ul>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
			interchromosomaler Rekombination

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/infotehk/wissen/stammzellforschung.html">https://www.dpz.eu/de/infotehk/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
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

Letzter Zugriff auf die ULR: 01.06.2022

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

<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltliche Aspekte</li> </ul>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Anabolismus und Katabolismus</li> <li>Energieumwandlung: ATP-ADP-System</li>   <li>Energieumwandlung: Redoxreaktionen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben die Bedeutung des ATP-ADP-Systems bei auf- und abbauenden Stoffwechselprozessen (S5, S6).</li> </ul>	<p><b>Welcher Zusammenhang besteht zwischen aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel in einer Zelle stofflich und energetisch?</b></p> <p>(ca. 12 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Kontext:</b>  <b>„Du bist, was du isst“ – Umwandlung von Nahrung in körpereigene Substanz</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aktivierung von Vorwissen (→ Sek I, EF.1) durch Analyse einer Nährwerttabelle: Zusammenhang zwischen Nahrungsbestandteilen und Zellinhaltsstoffen</li> <li>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]</li> <li>Verdeutlichung des Grundprinzips der energetischen Kopplung durch Energieüberträger</li> <li>Erläuterung des ATP-ADP-Systems unter Verwendung einfacher Modellvorstellungen: ATP als Energieüberträger</li> </ul> </li> <li><b>Kontext:</b>  <b>„Chemie in der Zelle“– Redoxreaktionen ermöglichen den Aufbau und Abbau von Stoffen</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aktivierung von Vorwissen (→Sek I Chemie): Redoxreaktion als Elektronenübertragungsreaktion, Donator-Akzeptor-Prinzip, Energieumsatz</li> <li>Herstellen eines Zusammenhangs von exergonischer Oxidation und Katabolismus sowie endergonischer Reduktion und Anabolismus</li> <li>Erläuterung des (NADH+H<sup>+</sup>)-NAD<sup>+</sup>-Systems und die Bedeutung</li> </ul> </li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	• <b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Enzyme: Kinetik</li> <li>Untersuchung von</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erklären die Regulation der Enzymaktivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9).</li> <li>entwickeln Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von verschiedenen Faktoren</li> </ul>	<p><b>Wie können in der Zelle biochemische Reaktionen reguliert ablaufen?</b></p> <p>(ca. 12 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>von Reduktionsäquivalenten für den Stoffwechsel</li> <li>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</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Enzyme ermöglichen Reaktionen bei Körpertemperatur.</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Demonstrationsexperiment zur Verbrennung eines Zuckerwürfels mit und ohne Asche.</li> <li>Definition des Katalysators und Veranschaulichung der Wirkung im Energiediagramm.</li> <li>Erarbeitung der Merkmale von Enzymen als Proteine (→ EF.1) mit spezifischer Raumstruktur und ihrer Eigenschaft als Biokatalysatoren</li> <li>Herstellen des Zusammenhangs mit Stoffwechselreaktionen im Organismus und Hervorheben der Bedeutung von kontrollierter Stoffumwandlung durch Zerlegung in viele Teilschritte</li> <li>Erarbeitung des Prinzips von Enzymreaktionen, dabei Berücksichtigung von Enzymeigenschaften wie Spezifität und Sättigung und Berücksichtigung des Schlüssel-Schloss-Prinzips (Basiskonzept Struktur und Funktion)</li> <li>Entwicklung einer Modellvorstellung als geeignete Darstellungsform (E12, K9)</li> </ul> <p><i>Kontext:</i></p>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	• <b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<p>Enzymaktivitäten</p> <p>• Enzyme: Regulation</p>	<p>und überprüfen diese mit experimentellen Daten (E2, E3, E6, E9, E11, E14).</p> <p>• beschreiben und interpretieren Diagramme zu enzymatischen Reaktionen (E9, K6, K8, K11).</p> <p>• erklären die Regulation der Enzymaktivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9).</p>		<p><b>Die Enzymaktivität ist abhängig von Umgebungsbedingungen.</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung von Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von der Substratkonzentration (Sättigung) und der Temperatur (RGT-Regel, Denaturierung von Proteinen z.B. bei Fieber), Überprüfung durch Auswertung von Experimenten, wenn möglich selbst durchgeführt (E11, E14)</li> <li>• Anwendung der Kenntnisse zur Enzymaktivität auf die Auswirkungen eines weiteren Faktors wie etwa dem pH-Wert am Beispiel von Verdauungsenzymen</li> <li>• Interpretation grafischer Darstellungen zur Enzymaktivität, hierbei Fokussierung auf die korrekte Verwendung von Fachsprache und Vermeidung von Alltagssprache und ggf. Korrektur finaler Erklärungen (K6, K8)</li> <li>• fakultativ: Enzymaktivität in Abhängigkeit von der Salinität der Umgebung, Bezug zur Homöostase möglich (→ Osmoregulation).</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>„Alkohol verdrängt Alkohol“: Eine Methanol-Vergiftung kann mit Ethanol behandelt werden.</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erweiterung der Modellvorstellung zu Enzymen durch die Darstellung der kompetitiven Hemmung (E12)</li> <li>• Erläuterung der Modellvorstellung zur allosterischen Hemmung und Beurteilung von Grenzen der Modellvorstellungen</li> <li>• Erarbeitung der Enzymaktivität durch kompetitive und allosterische Hemmung anhand von Diagrammen (K9)</li> <li>• Erläuterung der Aktivierung von Enzymen und die Bedeutung</li> </ul>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b></li> </ul>
			von Cofaktoren [2], Beschreibung einer Reaktion mit ATP und ggf. NADH+H <sup>+</sup> als Cofaktor unter Nutzung modellhafter Darstellungen, dabei Rückbezug zur Darstellung des Zusammenhangs von katabolen und anabolen Stoffwechselwegen. [1]

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.)

Letzter Zugriff auf die URL: 01.06.2022

**QUALIFIKATIONSPHASE: GRUNDKURS**

**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
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau und Funktionen von Nerven-zellen: Ruhepotenzial</li>   <li>• Bau und Funktionen von Nerven-zellen: Aktionspotenzial</li> <li>• Potenzialmessungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12).</li>   <li>• entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Aufrechterhaltung und Beeinflussung des Ruhepotenzials (S4, E3).</li>   <li>• erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14).</li> </ul>	<p><i>Wie ermöglicht die Struktur eines Neurons die Aufnahme und Weitergabe von Informationen?</i></p> <p>(ca. 12 Ustd.)</p>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau und Funktionen von Nervenzellen: Erregungsleitung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an (S6, E1–3).</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse</li> <li>• Stoffeinwirkung an Synapsen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Erregungsübertragung an einer Synapse und erläutern die Auswirkungen exogener Substanzen (S1, S6, E12, K9, B1, B6).</li> <li>• erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14).</li> <li>• nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9).</li> </ul>	<p><i>Wie erfolgt die Informationsweitergabe zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese beeinflusst werden?</i></p> <p>(ca. 8 Ustd.)</p>

## 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
<ul style="list-style-type: none"><li>• Energieumwandlung</li><li>• Energieentwertung</li><li>• Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel</li><li>• ATP-ADP-System</li><li>• Stofftransport zwischen den Kompartimenten</li><li>• Chemiosmotische ATP-Bildung</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9).</li></ul>	<p><i>Wie wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in nutzbare Energie um?</i> (ca. 5 Ustd)</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)

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Feinbau Mitochondrium</li><li>• Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäure-zyklus und Atmungskette</li><li>• Redoxreaktionen</li><li>• Stoffwechselregulation auf Enzymebene</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9).</li><li>• erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels (S7, E1–4, E11, E12).</li><li>• nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1–4, B5, B7, B9).</li></ul>	<p><i>Wie kann die Zelle durch den schrittweisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen?</i> (ca. 6 Ustd.)</p> <p><i>Wie beeinflussen Nahrungsergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel?</i> (ca. 5 Ustd.)</p>

## 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...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren</li> <li>• Funktionale Anpassungen: Blattaufbau</li> <li>• Funktionale Anpassungen: Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, Feinbau Chloroplast</li> <li>• Chromatografie</li> <li>• Chemiosmotische ATP-Bildung</li> <li>• Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen,</li> <li>• Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration</li> <li>• Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11).</li> <li>• erklären funktionale Anpassungen an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4–S6, E3, K6–8).</li> <li>• erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13).</li> <li>• erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der Fotosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht (S2, S7, E2, K9).</li> </ul>	<p><i>Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von Pflanzen abhängig?</i> (ca. 4 Ustd.)</p> <p><i>Welche Blattstrukturen sind für die Fotosynthese von Bedeutung?</i> (ca. 4 Ustd.)</p> <p><i>Welche Funktionen haben Fotosynthesepigmente?</i> (ca. 3 Ustd.)</p> <p><i>Wie erfolgt die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie?</i> (ca. 7 Ustd.)</p>

## UV GK-Ö1: Angepasstheiten 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
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem (S5–7, K8).</li> </ul>	<p><i>Welche Forschungsgebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Ökologie?</i> (ca. 3 Ustd.)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• untersuchen auf der Grundlage von Daten die physiologische und ökologische Potenz von Lebewesen (S7, E1–3, E9, E13).</li> </ul>	<p><i>Inwiefern bedingen abiotische Faktoren die Verbreitung von Lebewesen?</i> (ca. 5 Ustd.)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz</li> <li>• Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische Potenz</li> <li>• Ökologische Nische</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren die Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- und interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6–K8).</li> <li>• erläutern die ökologische Nische als</li> </ul>	<p><i>Welche Auswirkungen hat die Konkurrenz um Ressourcen an realen Standorten auf die Verbreitung von Arten?</i> (ca. 5 Ustd.)</p>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen,</li> <li>• Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal</li> </ul>	<p>Wirkungsgefüge (S4, S7, E17, K7, K8).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bestimmen Arten in einem ausgewählten Areal und begründen ihr Vorkommen mit dort erfassten ökologischen Faktoren (E3, E4, E7–9, E15, K8).</li> <li>• analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14).</li> </ul>	<p><i>Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden?</i> (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
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interspezifische Beziehungen: Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen</li> <li>• Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6–K8).</li> <li>• erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10).</li> </ul>	<p><i>In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar?</i> (ca. 5 Ustd.)</p> <p><i>Wie können Aspekte der Nachhaltigkeit im Ökosystemmanagement verankert werden?</i> (ca. 4 Ustd.)</p>

**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...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S7, E12, E14, K2, K5).</li> </ul>	<p><i>In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften durch Energie-fluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbindung?</i> (ca. 4 Ustd.)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf</li> </ul>		<p><i>Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant?</i> (ca. 2 Ustd.)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern geografische, zeitliche und soziale Auswirkungen des anthropogen bedingten Treibhauseffektes und entwickeln Kriterien für die Bewertung von Maßnahmen (S3, E16, K14, B4, B7, B10, B12).</li> </ul>	<p><i>Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden?</i> (ca. 3 Ustd.)</p>

## UV GK-G1: DNA – Speicherung und Expression genetischer Information

### Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Zeitbedarf: ca. 27 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 aufbereiten (K)

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Speicherung und Realisierung genetischer Information: Bau der DNA, semikonservative Replikation, Transkription, Translation</li> <li>• Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Genmutationen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• leiten ausgehend vom Bau der DNA das Grundprinzip der semikonservativen Replikation aus experimentellen Befunden ab (S1, E1, E9, E11, K10).</li> <li>• erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6).</li> <li>• erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8).</li> </ul>	<p><i>Wie wird die identische Verdopplung der DNA vor einer Zellteilung gewährleistet?</i> (ca. 4 Ustd.)</p> <p><i>Wie wird die genetische Information der DNA zu Genprodukten bei Prokaryoten umgesetzt?</i> (ca. 6 Ustd.)</p> <p><i>Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen bei der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten?</i> (ca. 5 Ustd.)</p> <p><i>Wie können sich Veränderungen der DNA auf die Genprodukte und den Phänotyp auswirken?</i> (ca. 5 Ustd.)</p>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren und DNA-Methylierung (S2, S6, E9, K2, K11).</li> </ul>	<i>Wie wird die Genaktivität bei Eukaryoten gesteuert?</i> (ca. 7 Ustd.)

## UV GK-G2: Humangenetik und Genterapie

### Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Zeitbedarf: ca. 8 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

Molekulargenetische Grundlagen des Lebens

#### 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...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>
• Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gen- therapie	• analysieren Familienstammbäume und leiten daraus mögliche Konsequenzen für Gentest und Beratung ab (S4, E3, E11, E15, K14, B8).  • bewerten Nutzen und Risiken einer Genterapie beim Menschen (S1, K14, B3, B7–9, B11).	<i>Welche Bedeutung haben Familienstammbäume für die genetische Beratung be- troffener Familien?</i> (ca. 4 Ustd.)  <i>Welche ethischen Konflikte treten im Zusammenhang mit genterapeutischen Be- handlungen beim Menschen auf?</i> (ca. 4 Ustd.)

## 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
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Synthetische Evolutionstheorie: Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift</li> <li>• Synthetische Evolutionstheorie: adaptiver Wert von Verhalten, Kosten-Nutzen-Analyse, reproduktive Fitness</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• begründen die Veränderungen im Genpool einer Population mit der Wirkung der Evolutionsfaktoren (S2, S5, S6, K7).</li> <li>• erläutern die Anpasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8).</li> </ul>	<p><i>Wie lassen sich Veränderungen im Genpool von Populationen erklären?</i> (ca. 5 Ustd.)</p> <p><i>Welche Bedeutung hat die reproduktive Fitness für die Entwicklung von Anpasstheiten?</i> (ca. 2 Ustd.)</p> <p><i>Wie kann die Entwicklung von angepassten Verhaltensweisen erklärt werden?</i> (ca. 2 Ustd.)</p> <p><i>Wie lässt sich die Entstehung von Sexualdimorphismus erklären?</i> (ca. 2 Ustd.)</p>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>
• Synthetische Evolutionstheorie: Koevolution	• erläutern die Anpasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8).	<i>Welche Prozesse laufen bei der Koevolution ab?</i> (ca. 2 Ustd.)

## 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...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Stammbäume und Verwandtschaft: Artbildung, Biodiversität, populationsgenetischer Artbegriff, Isolation</li><li>• molekularbiologische Homologien, ursprüngliche und abgeleitete Merkmale</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• erklären Prozesse des Artwandels und der Artbildung mithilfe der Synthetischen Evolutionstheorie (S4, S6, S7, E12, K6, K7).</li><li>• deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8).</li><li>• analysieren phylogenetische Stammbäume im Hinblick auf die Verwandtschaft von Lebewesen und die Evolution von Genen (S4, E2, E10, E12, K9, K11).</li><li>• deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und</li></ul>	<p><i>Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen?</i> (ca. 4 Ustd.)</p> <p><i>Welche molekularen Merkmale deuten auf eine 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></p>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>
• Synthetische Evolutionstheorie: Abgrenzung von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8).</li> <li>begründen die Abgrenzung der Synthetischen Evolutionstheorie gegen nicht-naturwissenschaftliche Positionen und nehmen zu diesen Stellung (E15–E17, K4, K13, B1, B2, B5).</li> </ul>	<p>(ca. 3 Ustd.)</p> <p><i>Wie lässt sich die Synthetische Evolutionstheorie von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen abgrenzen?</i></p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p>

## QUALIFIKATIONSPHASE: LEISTUNGSKURS

### 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...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau und Funktionen von Nerven-zellen: Ruhepotenzial</li> <li>• Bau und Funktionen von Nerven-zellen:</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12).</li> <li>• entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Aufrechterhaltung und Beeinflussung des Ruhepotenzials (S4, E3).</li> <li>• erklären Messwerte von Potenzialänderungen an</li> </ul>	<p><i>Wie ermöglicht die Struktur eines Neurons die Aufnahme und Weitergabe von Informationen?</i>                      (ca. <b>12 Ustd.</b>)</p>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktionspotenzial</li> <li>• neurophysiologische Verfahren, Potenzialmessungen</li> <li>• Bau und Funktionen von Nerven-zellen: Erregungsleitung</li> </ul>	<p>Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge und stellen die Anwendung eines zugehörigen neurophysiologischen Verfahrens dar (S3, E14).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an (S6, E1–3).</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Störungen des neuronalen Systems</li> <li>• Bau und Funktionen von Nerven-zellen: primäre und sekundäre Sinneszelle, Rezeptorpotenzial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren die Folgen einer neuronalen Störung aus individueller und gesellschaftlicher Perspektive (S3, K1–4, B2, B6).</li> <li>• erläutern das Prinzip der Signaltransduktion bei primären und sekundären Sinneszellen (S2, K6, K10).</li> </ul>	<p><i>Wie kann eine Störung des neuronalen Systems die Informationsweitergabe beeinflussen?</i> (ca. 2 Ustd.)</p> <p><i>Wie werden Reize aufgenommen und zu Signalen umgewandelt?</i> <b>(ca. 4 Ustd.)</b></p>

## 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...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse</li> <li>• Verrechnung: Funktion einer hemmenden Synapse, räumliche und zeitliche Summation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Erregungsübertragung an einer Synapse und erläutern die Auswirkungen exogener Substanzen (S1, S6, E12, K9, B1, B6).</li> <li>• erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge und stellen die Anwendung eines zugehörigen neurophysiologischen Verfahrens dar (S3, E14).</li> <li>• erläutern die Bedeutung der Verrechnung von Potenzialen für die Erregungsleitung (S2, K11).</li> </ul>	<p><i>Wie erfolgt die Erregungsleitung vom Neuron zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese beeinflusst werden?</i></p> <p>(ca. 8 Ustd.)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffeinwirkung an Synapsen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9).</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelluläre Prozesse des Lernens</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die synaptische Plastizität auf der zellulären Ebene und leiten ihre Bedeutung für den</li> </ul>	<p><i>Wie kann Lernen auf neuronaler Ebene erklärt werden?</i></p>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>
	Prozess des Lernens ab (S2, S6, E12, K1).	(ca. 4 Ustd.)
• Hormone: Hormonwirkung, Verschränkung hormoneller und neuronaler Steuerung	• beschreiben die Verschränkung von hormoneller und neuronaler Steuerung am Beispiel der Stressreaktion (S2, S6).	<i>Wie wirken neuronales System und Hormonsystem bei der Stressreaktion zusammen?</i> (ca. 2 Ustd.)

## 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...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Energieumwandlung</li><li>• Energieentwertung</li><li>• Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel</li><li>• ATP-ADP-System</li><li>• Stofftransport zwischen den Kompartimenten</li><li>• Chemiosmotische ATP-Bildung</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11).</li></ul>	<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...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Feinbau Mitochondrium</li> <li>• Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäure-zyklus und Atmungskette</li> <li>• Energetisches Modell der Atmungskette</li> <li>• Redoxreaktionen</li>   <li>• Alkoholische Gärung und Milchsäuregärung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben und anaeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9).</li> <li>• vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11).</li>   <li>• stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben und anaeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9).</li> </ul>	<p><i>Wie kann die Zelle durch den schrittweisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen?</i> (ca. 8 Ustd.)</p> <p><i>Welche Bedeutung haben Gärungsprozesse für die Energiegewinnung?</i> (ca. 2 Ustd.)</p>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>
• Stoffwechselregulation auf Enzymebene	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels (S7, E1–4, E11, E12).</li> <li>• nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1–4, B5, B7, B9).</li> </ul>	<p><i>Wie beeinflussen Nahrungsergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel?</i></p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>

## 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...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren</li> <li>• Funktionale Anpasstheiten: Blattaufbau</li> <li>• Funktionale Anpasstheiten: Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, Lichtsammelkomplex, Feinbau Chloroplast</li> <li>• Chromatografie</li> <li>• Chemiosmotische ATP-Bildung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11).</li> <li>• erklären funktionale Anpasstheiten an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4–S6, E3, K6–8).</li> <li>• erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13).</li> <li>• vergleichen den membranbasierten Mechanismus</li> </ul>	<p><i>Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von Pflanzen abhängig?</i> (ca. 4 Ustd.)</p> <p><i>Welche Blattstrukturen sind für die Fotosynthese von Bedeutung?</i> (ca. 4 Ustd.)</p> <p><i>Welche Funktionen haben Fotosynthesepigmente?</i> (ca. 4 Ustd.)</p> <p><i>Wie erfolgt die Umwandlung von Lichtenergie in</i></p>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energetisches Modell der Lichtreaktionen</li> <li>• Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen,</li> <li>• Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration</li> <li>• Tracer-Methode</li> <li>• Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel</li> </ul>	<p>der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der Fotosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht (S2, S7, E2, K9).</li> <li>• werten durch die Anwendung von Tracermethoden erhaltene Befunde zum Ablauf mehrstufiger Reaktionswege aus (S2, E9, E10, E15).</li> </ul>	<p><i>chemische Energie?</i> (ca. 12 Ustd.)</p>

## 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
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionale Anpasstheiten: Blattaufbau</li> <li>• C<sub>4</sub>-Pflanzen</li> <li>• Stofftransport zwischen Kompartimenten</li> <li>• Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichen die Sekundärvorgänge bei C<sub>3</sub>- und C<sub>4</sub>-Pflanzen und erklären diese mit der Anpasstheit an unterschiedliche Standortfaktoren (S1, S5, S7, K7).</li> <li>• beurteilen und bewerten multiperspektivisch Zielsetzungen einer biotechnologisch optimierten Fotosynthese im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung (E17, K2, K13, B2, B7, B12).</li> </ul>	<p><i>Welche morphologischen und physiologischen Anpasstheiten ermöglichen eine effektive Fotosynthese an heißen und trockenen Standorten?</i> (ca. 4 Ustd.)</p> <p><i>Inwiefern können die Erkenntnisse aus der Fotosyntheseforschung zur Lösung der weltweiten CO<sub>2</sub>-Problematik beitragen?</i> (ca. 4 Ustd.)</p>

## UV LK-Ö1: Angepasstheiten 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)

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen 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.)
• 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, • Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische Potenz	• 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>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhaltliche Aspekte</li> </ul>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ökologische Nische</li> <li>Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen,</li> <li>Erfassung ökologischer Faktoren und quantitative und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die ökologische Nische als Wirkungsgefüge (S4, S7, E17, K7, K8).</li> <li>bestimmen Arten in einem ausgewählten Areal und begründen ihr Vorkommen mit dort erfassten ökologischen Faktoren (E3, E4, E7–9, E15, K8).</li> <li>analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14).</li> </ul>	<p>(ca. 7 Ustd.)</p> <p><i>Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden?</i></p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>

## 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
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Idealisierte Populationsentwicklung: exponentielles und logistisches Wachstum</li> <li>• Fortpflanzungsstrategien: r- und K-Strategien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• interpretieren grafische Darstellungen der Populationsdynamik unter idealisierten und realen Bedingungen auch unter Berücksichtigung von Fortpflanzungsstrategien (S5, E9, E10, E12, K9).</li> </ul>	<p><i>Welche grundlegenden Annahmen gibt es in der Ökologie über die Dynamik von Populationen?</i> (ca. 6 Ustd.)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interspezifische Beziehungen: Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6–K8).</li> </ul>	<p><i>In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar?</i> (ca. 6 Ustd.)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten</li> </ul>	<p><i>Wie können Aspekte der Nachhaltigkeit im Ökosystemmanagement verankert werden?</i></p>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>
• Hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt	<p>Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren Schwierigkeiten der Risikobewertung für hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt unter Berücksichtigung verschiedener Interessenslagen (E15, K10, K14, B1, B2, B5).</li> </ul>	(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...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S7, E12, E14, K2, K5).</li> </ul>	<p><i>In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften durch Energiefluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbindung?</i> (ca. 5 Ustd.)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf</li> </ul>		<p><i>Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant?</i> (ca. 3 Ustd.)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts</li> <li>• Ökologischer Fußabdruck</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern geografische, zeitliche und soziale Auswirkungen des anthropogen bedingten Treibhauseffektes und entwickeln Kriterien für die Bewertung von Maßnahmen (S3, E16, K14, B4, B7, B10, B12).</li> </ul>	<p><i>Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden?</i> (ca. 5 Ustd.)</p>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stickstoffkreislauf</li> <li>• Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, nachhaltige Nutzung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beurteilen anhand des ökologischen Fußabdrucks den Verbrauch endlicher Ressourcen aus verschiedenen Perspektiven (K13, K14, B8, B10, B12).</li> <li>• analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14).</li> <li>• analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S7, E12, E14, K2, K5).</li> </ul>	<p><i>Wie können umfassende Kenntnisse über ökologische Zusammenhänge helfen, Lösungen für ein komplexes Umweltproblem zu entwickeln?</i></p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p>

## 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...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Speicherung und Realisierung genetischer Information: Bau der DNA, semikonservative Replikation, Transkription, Translation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• leiten ausgehend vom Bau der DNA das Grundprinzip der semikonservativen Replikation aus experimentellen Befunden ab (S1, E1, E9, E11, K10).</li> <li>• erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6).</li> <li>• deuten Ergebnisse von Experimenten zum Ablauf der Proteinbiosynthese (u. a. zur Entschlüsselung des genetischen Codes) (S4, E9, E12, K2, K9).</li> </ul>	<p><i>Wie wird die identische Verdopplung der DNA vor einer Zellteilung gewährleistet?</i> (ca. 4 Ustd.)</p> <p><i>Wie wird die genetische Information der DNA zu Genprodukten bei Prokaryoten umgesetzt?</i> (ca. 8 Ustd.)</p>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Genmutationen</li> <li>• PCR</li> <li>• Gelelektrophorese</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6).</li> <li>• erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8).</li> <li>• erläutern PCR und Gelelektrophorese unter anderem als Verfahren zur Feststellung von Genmutationen (S4, S6, E8–10, K11).</li> </ul>	<p><i>Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen bei der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten?</i> (ca. 5 Ustd.)</p> <p><i>Wie können sich Veränderungen der DNA auf die Genprodukte und den Phänotyp auswirken?</i> (ca. 5 Ustd.)</p> <p><i>Mit welchen molekularbiologischen Verfahren können zum Beispiel Genmutationen festgestellt werden?</i> (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
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung, Histonmodifikation, RNA-Interferenz</li> <li>• Krebs: Krebszellen, Onkogene und Anti-Onkogene, personalisierte Medizin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren und DNA-Methylierung (S2, S6, E9, K2, K11).</li> <li>• erläutern die Genregulation bei Eukaryoten durch RNA-Interferenz und Histon-Modifikation anhand von Modellen (S5, S6, E4, E5, K1, K10).</li> <li>• begründen Eigenschaften von Krebszellen mit Veränderungen in Proto-Onkogenen und Anti-Onkogenen (Tumor-Suppressor-Genen) (S3, S5, S6, E12).</li> <li>• begründen den Einsatz der personalisierten Medizin in der Krebstherapie (S4, S6, E14, K13).</li> </ul>	<p><i>Wie wird die Genaktivität bei Eukaryoten gesteuert?</i> (ca. 10 Ustd.)</p> <p><i>Wie können zelluläre Faktoren zum ungehemmten Wachstum der Krebszellen führen?</i> (ca. 6 Ustd.)</p> <p><i>Welche Chancen bietet eine personalisierte Krebstherapie?</i> (ca. 4 Ustd.)</p>

## 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...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie</li> <li>• Gentechnik: Veränderung und Einbau von DNA, Gentherapeutische Verfahren</li> </ul> <p>Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren Familienstammbäume und leiten daraus mögliche Konsequenzen für Gentest und Beratung ab (S4, E3, E11, E15, K14, B8).</li> <li>• erklären die Herstellung rekombinanter DNA und nehmen zur Nutzung gentechnisch veränderter Organismen Stellung (S1, S8, K4, K13, B2, B3, B9, B12).</li> <li>• bewerten Nutzen und Risiken einer Gentherapie beim Menschen und nehmen zum Einsatz gentherapeutischer Verfahren Stellung (S1, K14, B3, B7–9, B11).</li> </ul>	<p><i>Welche Bedeutung haben Familienstammbäume für die genetische Beratung betroffener Familien?</i> (ca. 4 Ustd.)</p> <p><i>Wie wird rekombinante DNA hergestellt und vermehrt? Welche ethischen Konflikte treten bei der Nutzung gentechnisch veränderter Organismen auf?</i> (ca. 8 Ustd.)</p> <p><i>Welche ethischen Konflikte treten im Zusammenhang mit gentherapeutischen Behandlungen beim Menschen auf?</i> (ca. 6 Ustd.)</p>

## UV LK-E1: Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie

### Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Zeitbedarf: ca. 20 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
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Synthetische Evolutionstheorie: Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift</li> <li>• Synthetische Evolutionstheorie: adaptiver Wert von Verhalten, Kosten-Nutzen-Analyse, reproduktive Fitness</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• begründen die Veränderungen im Genpool einer Population mit der Wirkung der Evolutionsfaktoren (S2, S5, S6, K7).</li> <li>• erläutern die Anpasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8).</li> </ul>	<p><i>Wie lassen sich Veränderungen im Genpool von Populationen erklären?</i> (ca. 6 Ustd.)</p> <p><i>Welche Bedeutung hat die reproduktive Fitness für die Entwicklung von Anpasstheiten?</i> (ca. 2 Ustd.)</p> <p><i>Wie kann die Entwicklung von angepassten Verhaltensweisen erklärt werden?</i> (ca. 3 Ustd.)</p> <p><i>Wie lässt sich die Entstehung von Sexualdimorphismus erklären?</i> (ca. 3 Ustd.)</p>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sozialverhalten bei Primaten: exogene und endogene Ursachen, Fortpflanzungsverhalten</li>   <li>• Synthetische Evolutionstheorie: Koevolution</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern datenbasiert das Fortpflanzungsverhalten von Primaten auch unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (S3, S5, E3, E9, K7).</li>   <li>• erläutern die Anpasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8).</li> </ul>	<p><i>Wie lassen sich die Paarungsstrategien und Sozialsysteme bei Primaten erklären?</i> (ca. 4 Ustd.)</p> <p><i>Welche Prozesse laufen bei der Koevolution ab?</i> (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...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stammbäume und Verwandtschaft: Artbildung, Biodiversität, populationsgenetischer Artbegriff, Isolation</li> <li>• molekularbiologische Homologien, ursprüngliche und abgeleitete Merkmale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären Prozesse des Artwandels und der Artbildung mithilfe der Synthetischen Evolutionstheorie (S4, S6, S7, E12, K6, K7).</li> <li>• deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8).</li> <li>• analysieren phylogenetische Stammbäume im Hinblick auf die Verwandtschaft von Lebewesen und die Evolution von Genen (S4, E2, E10, E12, K9, K11).</li> <li>• deuten molekularbiologische Homologien im</li> </ul>	<p><i>Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen?</i> (ca. 4 Ustd.)</p> <p><i>Welche molekularen Merkmale deuten auf eine 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</i></p>

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Synthetische Evolutionstheorie: Abgrenzung von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen</li> </ul>	<p>Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• begründen die Abgrenzung der Synthetischen Evolutionstheorie gegen nicht-naturwissenschaftliche Positionen und nehmen zu diesen Stellung (E15–E17, K4, K13, B1, B2, B5).</li> </ul>	<p><i>erkennen?</i> (ca. 3 Ustd.)</p> <p><i>Wie lässt sich die Synthetische Evolutionstheorie von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen abgrenzen?</i> (ca. 2 Ustd.)</p>

## 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...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>
• Evolution des Menschen und kulturelle Evolution: Ursprung, Fossilgeschichte, Stammbäume und Verbreitung des heutigen Menschen, Werkzeuggebrauch, Sprachentwicklung	<ul style="list-style-type: none"><li>• diskutieren wissenschaftliche Befunde und Hypothesen zur Humanevolution auch unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit (S4, E9, E12, E15, K7, K8).</li><li>• analysieren die Bedeutung der kulturellen Evolution für soziale Lebewesen (E9, E14, K7, K8, B2, B9).</li></ul>	<i>Wie kann die Evolution des Menschen anhand von morphologischen und molekularen Hinweisen nachvollzogen werden?</i> (ca. 7 Ustd.)  <i>Welche Bedeutung hat die kulturelle Evolution für den Menschen und andere soziale Lebewesen?</i> (ca. 3 Ustd.)



---

## **2.2 Integration der Ziele des Medienkompetenzrahmens NRW (MKR)**

### **2.2.1 Zuordnung der MKR zu den übergeordneten Kompetenzerwartungen am Ende der Einführungsphase**

Schülerinnen und Schüler

- nehmen Daten auch mithilfe digitaler Werkzeuge auf und werten sie aus, (MKR 1.2)
- recherchieren zu elementaren zellbiologischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus, (MKR 2.1, 2.3)
- wählen relevante und aussagekräftige Informationen und Daten zu biologischen Sachverhalten aus und erschließen Informationen aus Quellen mit verschiedenen Darstellungsformen, (MKR 2.2)
- prüfen die Übereinstimmung verschiedener Quellen im Hinblick auf deren Aussagen, (MKR 5.1)
- analysieren Herkunft, Qualität und Vertrauenswürdigkeit von verwendeten Quellen und Medien im Zusammenhang mit der Intention der Autorin/des Autors. (MKR 2.3, 5.1)
- präsentieren Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien, (MKR 4.1)
- belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate, (MKR 4.3, 4.4)
- tauschen sich mit anderen konstruktiv über biologische Sachverhalte auch in digitalen kollaborativen Arbeitssituationen aus, (MKR 3.1)
- beurteilen Quellen in Bezug auf spezifische Interessenlagen. (MKR 2.3, 5.2)

### **2.2.2 Zuordnung der MKR zu den übergeordneten Kompetenzerwartungen am Ende der Qualifikationsphase**

Schülerinnen und Schüler

- nehmen qualitative und quantitative Daten auch mithilfe digitaler Werkzeuge auf und werten sie aus, (MKR 1.2)
- recherchieren zu biologischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus, (MKR 2.1, 2.3)
- wählen relevante und aussagekräftige Informationen und Daten zu biologischen Sachverhalten und anwendungsbezogenen Fragestellungen aus und erschließen Informationen aus Quellen mit verschiedenen, auch komplexen Darstellungsformen, (MKR 2.2)

---

## **2.3 Integration von Zielen und Inhaltsreihen der Rahmenvorgabe Verbraucherbildung (VB)**

### **2.3.1 Zuordnung der VB zu den Kompetenzerwartungen am Ende der Einführungsphase**

#### **Übergeordnete Kompetenzerwartungen am Ende der Einführungsphase**

Schülerinnen und Schüler

- wägen anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen ab, (VB B Z3)
- reflektieren kurz- und langfristige Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen, (VB D Z3)
- beurteilen und bewerten persönliche und gesellschaftliche Auswirkungen von Anwendungen der Biologie. (VB B / D Z3)

#### **Konkretisierte Kompetenzerwartungen am Ende der Einführungsphase**

Schülerinnen und Schüler

- erklären die Bedeutung der Homöostase des osmotischen Werts für zelluläre Funktionen und leiten mögliche Auswirkungen auf den Organismus ab (S4, S6, S7, K6, K10). (VB B Z1, Z3)

### **2.3.2 Zuordnung der VB zu den Kompetenzerwartungen am Ende der Qualifikationsphase**

#### **Übergeordnete Kompetenzerwartungen am Ende der Qualifikationsphase**

Schülerinnen und Schüler

- entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug und wägen sie ab, (VB B Z3)
- reflektieren kurz- und langfristige, lokale und globale Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen, (VB D Z3)
- beurteilen und bewerten Auswirkungen von Anwendungen der Biologie im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer, politischer und sozialer Perspektive. (VB B / D Z3)

## **Konkretisierte Kompetenzerwartungen am Ende der Qualifikationsphase (Grundkurs)**

Schülerinnen und Schüler

- nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9), (VB B Z1, Z3, Z5)
- nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1–4, B5, B7, B9), (VB B Z1, Z2, Z3, Z5)
- erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10), (VB B / D Z1, Z3, Z6)
- 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). (VB B / D Z1, Z3, Z6)

## **Konkretisierte Kompetenzerwartungen am Ende der Qualifikationsphase (Leistungskurs)**

Schülerinnen und Schüler

- nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9), (VB B Z1, Z3, Z5)
- beurteilen und bewerten multiperspektivisch Zielsetzungen einer biotechnologisch optimierten Fotosynthese im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung (E17, K2, K13, B2, B7, B12), (VB D Z6)
- nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1–4, B5, B7, B9), (VB B Z1, Z2, Z3, Z5)
- erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10), (VB B / D Z1, Z3, Z6)
- analysieren Schwierigkeiten der Risikobewertung für hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt unter Berücksichtigung verschiedener Interessenslagen (E15, K10, K14, B1, B2, B5), (VB B Z1, Z3, Z5)
- beurteilen anhand des ökologischen Fußabdrucks den Verbrauch endlicher Ressourcen aus verschiedenen Perspektiven (K13, K14, B8, B10, B12), (VB B / D Z1, Z3)
- 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), (VB B / D Z1, Z3, Z6)

- 
- erklären die Herstellung rekombinanter DNA und nehmen zur Nutzung gentechnisch veränderter Organismen Stellung (S1, S8, K4, K13, B2, B3, B9, B12). (VB B Z1, Z3, Z5, Z6 )

## **2.4 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 27 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 Schülerinnen und Schüler.
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 Lernenden.
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 Schülerinnen und Schüler.
9. Die Lernenden erhalten Gelegenheit zu selbstständiger Arbeit und werden dabei unterstützt.
10. Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Einzel-, Partner- bzw. Gruppenarbeit sowie Arbeit in kooperativen Lernformen.
11. Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Arbeit im Plenum.
12. Die Lernumgebung ist vorbereitet; der Ordnungsrahmen wird eingehalten.
13. Die Lehr- und Lernzeit wird intensiv für Unterrichtszwecke genutzt.
14. Es herrscht ein positives pädagogisches Klima im Unterricht.

### Fachliche Grundsätze:

15. Der Biologieunterricht orientiert sich an den im gültigen Kernlehrplan ausgewiesenen, obligatorischen Kompetenzen.
16. Der Biologieunterricht ist problemorientiert und an Unterrichtsvorhaben und Kontexten ausgerichtet.

17. Der Biologieunterricht ist lerner- und handlungsorientiert, d.h. im Fokus steht das Erstellen von Lernprodukten durch die Lerner.
18. Der Biologieunterricht ist kumulativ, d.h. er knüpft an die Vorerfahrungen und das Vorwissen der Lernenden an und ermöglicht das Erlernen von neuen Kompetenzen.
19. Der Biologieunterricht fördert vernetzendes Denken und zeigt dazu eine über die verschiedenen Organisationsebenen bestehende Vernetzung von biologischen Konzepten und Prinzipien mithilfe von Basiskonzepten auf.
20. Der Biologieunterricht folgt dem Prinzip der Exemplarizität und gibt den Lernenden die Gelegenheit, Strukturen und Gesetzmäßigkeiten möglichst anschaulich in den ausgewählten Problemen zu erkennen.
21. Der Biologieunterricht bietet nach Produkt-Erarbeitungsphasen immer auch Phasen der Metakognition, in denen zentrale Aspekte von zu erlernenden Kompetenzen reflektiert werden.
22. Der Biologieunterricht ist in seinen Anforderungen und im Hinblick auf die zu erreichenden Kompetenzen für die Lerner transparent.
23. Im Biologieunterricht werden Diagnoseinstrumente zur Feststellung des jeweiligen Kompetenzstandes der Schülerinnen und Schüler durch die Lehrkraft, aber auch durch den Lerner selbst eingesetzt.
24. Der Biologieunterricht bietet immer wieder auch Phasen der Übung.
25. Der Biologieunterricht bietet die Gelegenheit zum selbstständigen Wiederholen und Aufarbeiten von verpassten Unterrichtsstunden. Hierzu ist ein (geschlossener) virtueller Arbeitsraum auf der Lernplattform lo-net2 angelegt, in dem sowohl Protokolle und eine Linkliste mit „guten Internetseiten“ als auch die im Kurs verwendeten Arbeitsblätter bereitgestellt werden.

---

## 2.5 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

**Hinweis:** Sowohl die Schaffung von Transparenz bei Bewertungen als auch die Vergleichbarkeit von Leistungen sind das Ziel, innerhalb der gegebenen Freiräume Vereinbarungen zu Bewertungskriterien und deren Gewichtung zu treffen.

Die nachfolgenden von der Fachkonferenz Biologie beschlossenen Grundsätze zur Leistungsbewertung basieren auf den rechtlich verbindlichen Grundsätze der Leistungsbewertung, die im Schulgesetz sowie in der Ausbildungs- und Prüfungsordnung für die gymnasiale Oberstufe (APO-GOSt) und im Kapitel 3 des Kernlehrplans Biologie für die Sekundarstufe II Gymnasium / Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen (1.Auflage 2022) dargestellt sind.

Die Leistungsbewertung bezieht sich auf die im Zusammenhang mit dem Unterricht erworbenen Kompetenzen und Inhalten und nutzt unterschiedliche Formen der Lernerfolgsüberprüfung.

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

Hinsichtlich der einzelnen Beurteilungsbereiche gelten die folgenden Regelungen.

### **Beurteilungsbereich „Schriftliche Arbeiten/Klausuren“**

Für den Einsatz in Klausuren kommen verschiedene Aufgabenarten in Betracht. Neben materialgebundenen Aufgaben sind nach Möglichkeit auch fachpraktische Aufgaben im Verlauf der gymnasialen Oberstufe zu bearbeiten, so dass die Schülerinnen und Schüler damit vertraut sind und hinreichend Gelegenheit zur Anwendung hatten.

Über ihre unmittelbare Funktion als Instrument der Leistungsbewertung hinaus sollen Klausuren auch zunehmend auf die inhaltlichen und formalen Anforderungen des schriftlichen Teils der Abiturprüfungen vorbereiten. Dazu gehört u. a. die Schaffung angemessener Transparenz im Zusammenhang mit einer kriteriengeleiteten Bewertung unter Berücksichtigung der drei Anforderungsbereiche (siehe später).

Neben der Bewertung des fachlichen Verständnisses erfolgt auch eine Bewertung der Darstellungsleistung.

Abzüge für Verstöße gegen die sprachliche Richtigkeit sollen allerdings nicht erfolgen, wenn diese bereits bei der Darstellungsleistung fachspezifisch berücksichtigt wurden.

In der Qualifikationsphase trägt zudem eine komplexe Leistungsüberprüfung (u. a. Facharbeit, Projektkurs) dazu bei, die Schülerinnen und Schüler mit den Prinzipien und Formen selbstständigen, wissenschaftspropädeutischen Lernens vertraut zu machen.

Die Notenfestsetzung erfolgt nach dem folgenden Schlüssel. In Ausnahmefällen kann begründet davon abgewichen werden.

<b>Leistungsbeurteilung</b>	<b>Erreichte Hilfspunktzahl in %</b>
sehr gut	≥85 bis 100
gut	≥70 bis 85
befriedigend	≥55 bis 70
ausreichend	≥40 bis 55
mangelhaft	≥20 bis 40
ungenügend	<20

In der Qualifikationsphase werden die Notenpunkte durch äquidistante Unterteilung der Notenbereiche (mit Ausnahme des Bereichs ungenügend) erreicht.

Die Leistungsbewertung in den Klausuren sollte mit der Perspektive „schriftliche Abiturprüfung“ mit Hilfe eines Kriterienrasters zu den Teilleistungen durchgeführt werden. Dieses Kriterienraster soll auch für Schülerinnen und Schüler transparent sein.

Dauer und Anzahl der Klausuren richten sich nach den Angaben der APO-GOST.

#### Einführungsphase:

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

#### Qualifikationsphase 1.1:

2 Klausuren (je 135 Minuten im GK und je 135 Minuten im LK)

---

### Qualifikationsphase 1.2:

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

### Qualifikationsphase 2.1:

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

### Qualifikationsphase 2.2:

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

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

Die Zuordnung der Hilfspunkte zu den Notenstufen orientiert sich in der Qualifikationsphase am Zuordnungsschema des Zentralabiturs. Die Note ausreichend soll bei Erreichen von ca. 50 % der Hilfspunkte erteilt werden. Von dem Zuordnungsschema kann abgewichen werden, wenn sich z.B. besonders originelle Teillösungen nicht durch Hilfspunkte gemäß den Kriterien des Erwartungshorizonts abbilden lassen oder eine Abwertung wegen besonders schwacher Darstellung angemessen erscheint.

### **Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht/Sonstige Mitarbeit“**

Im Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht/Sonstige Mitarbeit“ können – neben den nachfolgend aufgeführten – weitere Überprüfungsformen zum Einsatz kommen. Im Rahmen der Leistungsbewertung gelten auch für diese die oben ausgeführten allgemeinen Ansprüche der Lernerfolgsüberprüfung und Leistungsbewertung.

Im Verlauf der gymnasialen Oberstufe wird auch in diesem Beurteilungsbereich sichergestellt, dass Formen, die im Rahmen der Abiturprüfungen – insbesondere in den mündlichen Prüfungen – von Bedeutung sind, frühzeitig vorbereitet und angewendet werden.

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

- Sichere Verfügbarkeit biologischen Grundwissens
- Sicherheit und Richtigkeit in der Verwendung der biologischen Fachsprache
- Sicherheit, Eigenständigkeit und Kreativität beim Anwenden fachspezifischer Methoden und Arbeitsweisen (z. B. beim Aufstellen von Hypothesen, bei Planung und Durchführung von Experimenten, beim Umgang mit Modellen, ...)
- Zielgerichtetheit bei der themenbezogenen Auswahl von Informationen und Sorgfalt und Sachrichtigkeit beim Belegen von Quellen
- Sauberkeit, Vollständigkeit und Übersichtlichkeit der Unterrichtsdokumentation, ggf. Portfolio
- Sachrichtigkeit, Klarheit, Strukturiertheit, Fokussierung, Ziel- und Adressatenbezogenheit in mündlichen und schriftlichen Darstellungsformen, auch mediengestützt
- Sachbezogenheit, Fachrichtigkeit sowie Differenziertheit in verschiedenen Kommunikationssituation (z. B. Informationsaustausch, Diskussion, Feedback, ...)
- Reflexions- und Kritikfähigkeit
- Schlüssigkeit und Differenziertheit der Werturteile, auch bei Perspektivwechsel
- Fundiertheit und Eigenständigkeit der Entscheidungsfindung in Dilemmasituationen
- Verständlichkeit und Präzision beim zusammenfassenden Darstellen und Erläutern von Lösungen einer Einzel-, Partner-, Gruppenarbeit oder einer anderen Sozialform sowie konstruktive Mitarbeit bei dieser Arbeit
- konstruktives Umgehen mit Fehlern
- fachlich sinnvoller, sicherheitsbewusster und zielgerichteter Umgang mit Experimentalmaterialien
- sachgerechte Kommunikationsfähigkeit in Unterrichtsgesprächen, Kleingruppenarbeiten und Diskussionen
- fachliche Richtigkeit bei kurzen, auf die Inhalte weniger vorangegangener Stunden beschränkten schriftlichen Überprüfungen
- Sicherheit, Eigenständigkeit und Kreativität beim Anwenden fachspezifischer Methoden und Arbeitsweisen
- Verständlichkeit und Präzision beim zusammenfassenden Darstellen und Erläutern von Lösungen einer Einzel-, Partner-,

---

Gruppenarbeit oder einer anderen Sozialform sowie konstruktive Mitarbeit bei dieser Arbeit

- Klarheit und Richtigkeit beim Veranschaulichen, Zusammenfassen und Beschreiben biologischer Sachverhalte
- sichere Verfügbarkeit biologischen Grundwissens (z. B. biologische Größen, deren Einheiten, Formeln, fachmethodische Verfahren)
- situationsgerechtes Anwenden geübter Fertigkeiten
- angemessenes Verwenden der biologischen Fachsprache
- konstruktives Umgehen mit Fehlern
- fachlich sinnvoller, sicherheitsbewusster und zielgerichteter Umgang mit Experimentalmedien
- fachlich sinnvoller und zielgerichteter Umgang mit Modellen, Hilfsmitteln und Simulationen
- zielgerichtetes Beschaffen von Informationen
- Erstellen von nutzbaren Unterrichtsdokumentationen, ggf. Portfolio
- Klarheit, Strukturiertheit, Fokussierung, Zielbezogenheit und Adressatengerechtigkeit von Präsentationen, auch mediengestützt
- sachgerechte Kommunikationsfähigkeit in Unterrichtsgesprächen und Kleingruppenarbeiten
- Einbringen kreativer Ideen
- fachliche Richtigkeit bei kurzen, auf die Inhalte weniger vorangegangener Stunden beschränkten schriftlichen Überprüfungen

### **Anforderungsbereiche**

Die Leistungsbewertung in der Sekundarstufe II bezieht sich auf die im Kernlehrplan benannten vier Kompetenzbereiche und unterscheidet dabei in Anlehnung an die EPA Biologie jeweils die drei verschiedenen Anforderungsbereiche.

<b>Anforderungsbereich I</b>	Reproduktion und die Anwendung einfacher Sachverhalte und Fachmethoden
<b>Anforderungsbereich II</b>	Reorganisation und das Übertragen komplexerer Sachverhalte und Fachmethoden
<b>Anforderungsbereich III</b>	problembezogenes Anwenden und Übertragen komplexer Sachverhalte und Fachmethoden

Die folgende Übersicht zeigt Beispiele, wie Schülerleistungen den Anforderungsbereichen zugeordnet werden können:

### **Umgang mit Fachwissen**

- Wiedergeben von einfachen Daten und Fakten (I)
- Fachgerechtes Wiedergeben und Anwenden von komplexeren Zusammenhängen (II)
- Problembezogenes Verknüpfen von Daten und Fakten mit neuen Fragestellungen (III)
- Wiedergeben von einfachen Gesetzen und Formeln sowie deren Erläuterung (I)
- Verknüpfen von Formeln und Gesetzen eines abgegrenzten Gebietes (II)
- Problembezogenes Einordnen und Nutzen von Wissen in verschiedenen inner- und außerbiologischen Wissensbereichen (III)

### **Erkenntnisgewinnung**

- Aufbau und Beschreibung eines einfachen Experiments nach vorgelegtem Plan (I)
- Selbstständiger Aufbau und Durchführung eines Experiments (II)
- Planung, Aufbau und Durchführung eines Experiment zu einer vorgegebenen Fragestellung (III)
- Auswertung von Ergebnissen nach bekannten, einfachen Verfahren (I)
- Modellbildung und mathematische Beschreibung biologischer Phänomene (II)
- Entwickeln und beschreiben alternativer Modelle, Modellelemente und Lösungswege, auch in neuen Kontexten (III)

### **Kommunikation**

- Entnehmen von Informationen aus einfachen Fachtexten (I)
- Strukturieren von Informationen und adressatengerechte Aufarbeitung (II)
- Eigenständiges Recherchieren, Strukturieren, Beurteilen und Aufarbeiten von Informationen mit Bezug auf neue Fragestellungen oder Zielsetzungen (III)
- Darstellen von Sachverhalten in verschiedenen Darstellungsformen als Tabellen, Graphen, Skizzen, Texte, Bilder, Diagramme, Mind-Maps, Concept-Maps, Formeln und Gesetze (I)
- Strukturiertes schriftliches oder mündliches Präsentieren komplexer Sachverhalte (II)
- Analysieren und Einsetzen komplexer Texte und Darstellungen nach eigener Auswahl (III)

### **Bewertung**

- Darstellen von Konflikten und ihren Lösungen in wissenschaftlich-historischen Kontexten (I)
- Übertragung bekannter Problemlösungen auf Konflikte mit biologisch-technischem Hintergrund (II)
- Angabe möglicher Problemlösungen bei Konflikten mit biologisch-technischem Hintergrund (III)
- Darstellen von Positionen und Argumenten bei Bewertungen in biologisch-technischen Zusammenhängen (I)
- Kriteriengeleitetes Abwägen vorliegender Argumente bei Bewertungen in biologisch-technischen Zusammenhängen und Beziehen eines begründeten Standpunkts (II)
- Bewertung komplexer biologisch-technischer Zusammenhänge aus verschiedenen Perspektiven und auf der Basis von Sachargumenten (III)

### Lern- und Leistungssituationen

In **Lernsituationen** ist das Ziel der Kompetenzerwerb. Fehler und Umwege dienen den Schülerinnen und Schülern als Erkenntnismittel, den Lehrkräften geben sie Hinweise für die weitere Unterrichtsplanung. Das Erkennen von Fehlern und der konstruktiv-produktive Umgang mit ihnen sind ein wesentlicher Teil des Lernprozesses. Lernsituationen sollen, insbesondere was das Auftreten von Fehlern anbetrifft, – auch für die Lernenden erkennbar – weitgehend beurteilungsfrei bleiben.

### Notenfindung

Aus dem Schulgesetz §42, Absatz 3: Schülerinnen und Schüler haben die Pflicht daran mitzuarbeiten, dass die Aufgabe der Schule erfüllt und das Bildungsziel erreicht werden kann. Sie sind insbesondere verpflichtet, sich auf den Unterricht vorzubereiten, sich aktiv daran zu beteiligen, die erforderlichen Arbeiten anzufertigen und die Hausaufgaben zu erledigen.

Folgende Formulierungen werden zur Leistungsbewertung im Rahmen der Sonstigen Mitarbeit herangezogen:

<b>sehr gut</b>	sehr kontinuierliche, ausgezeichnete Mitarbeit, erscheint immer vorbereitet zum Unterricht, sehr umfangreiche, produktive und kreative
-----------------	--

	<p>Beiträge, kommunikationsfördernd, souveräner und präziser Gebrauch der Fachsprache und souveräne Anwendung der biologischen Kenntnisse und Fähigkeiten auf neue Sachverhalte (mindestens in 2 Kompetenzbereichen muss das höchste Kompetenzniveau erreicht werden, sonst das Zweithöchste)</p>
<b>gut</b>	<p>kontinuierliche, gute Mitarbeit, erscheint meist vorbereitet zum Unterricht, gute und produktive Beiträge, kommunikationsfördernd, sicherer Gebrauch der Fachsprache und sichere Anwendung der biologischen Grundkenntnisse, (mindestens in 2 Kompetenzbereichen muss das zweithöchste Kompetenzniveau erreicht werden)</p>
<b>befriedigend</b>	<p>durchschnittliche Mitarbeit, erscheint in der Regel vorbereitet zum Unterricht, kommunikativ, fachlich korrekte Beiträge, meistens sicherer Gebrauch der Fachsprache und sichere Anwendung der biologischen Grundkenntnisse, (durchschnittlich muss das zweite Kompetenzniveau erreicht werden)</p>
<b>ausreichend</b>	<p>selten eigenständige Beteiligung, erscheint häufig unvorbereitet zum Unterricht, fachliche Ungenauigkeiten, auch unstrukturierte oder unproduktive Beiträge, kann sich grundlegend in der Fachsprache verständlich machen und biologische Grundkenntnisse in der Regel anwenden (durchschnittlich muss das erste Kompetenzniveau erreicht werden)</p>
<b>ausreichend minus</b>	<p>Beteiligung nur nach Aufforderung, erscheint häufig unvorbereitet zum Unterricht, häufig fachliche Ungenauigkeiten, unstrukturierte oder unproduktive Beiträge, kann sich kaum in der Fachsprache verständlich machen und biologische Grundkenntnisse sporadisch anwenden bzw. nur reproduzieren (mindestens in drei Kompetenzbereichen muss das erste Kompetenzniveau erreicht werden)</p>

<b>mangelhaft</b>	<p>nur sporadische Mitarbeit trotz Aufforderung und Hilfsangeboten, erscheint trotz Aufforderung selten vorbereitet zum Unterricht, schwerwiegende und anhaltende fachliche Defizite, meistens fehlerhafte oder lückenhafte Anwendung der Fachsprache und der biologischen Grundkenntnisse</p> <p>(mindestens in zwei Kompetenzbereichen muss das erste Kompetenzniveau erreicht werden)</p>
<b>ungenügend</b>	<p>keine Beteiligung trotz Aufforderung und Hilfsangeboten, erscheint unvorbereitet im Unterricht, fehlende fachliche Kenntnisse auch in elementaren Grundlagen, kann die Fachsprache nicht anwenden und sich mit ihr verständlich machen, es ist erkennbar, dass die Defizite nicht in absehbarer Zeit behoben werden können</p> <p>(es wird in weniger als zwei Kompetenzbereichen das erste Kompetenzniveau erreicht)</p>

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

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

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

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

## **2.6 Lehr- und Lernmittel**

Für den Biologieunterricht in der Sekundarstufe II ist am Alexander-von-Humboldt-Gymnasium derzeit das Schulbuch *Natura Biologie Oberstufe*

Ausgabe ab 2016 eingeführt. Über die Einführung eines neuen Lehrwerks ist ggf. nach Vorliegen entsprechender Verlagsprodukte zu beraten und zu entscheiden.

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

eine Link-Liste „guter“ Adressen und verschiedene Materialien, die für die einzelnen Kurse auf LogineoLMS bereitgestellt werden.

Weitere unterstützende Materialien sind z.B. über die angegebenen Links bei den konkretisierten Unterrichtsvorhaben angegeben. Diese findet man unter:

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

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

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

---

### **3 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen**

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

#### **Zusammenarbeit mit anderen Fächern**

Durch die unterschiedliche Belegung von Fächern können Schülerinnen und Schüler Aspekte aus anderen Kursen mit in den Biologieunterricht einfließen lassen. Es wird darauf Wert gelegt, dass in bestimmten Fragestellungen die Expertise einzelner Schülerinnen und Schüler gesucht wird, die aus einem von ihnen belegten Fach genauere Kenntnisse mitbringen und den Unterricht dadurch bereichern.

#### **Fortbildungskonzept**

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

#### **Vorbereitung auf die Erstellung der Facharbeit**

Um eine einheitliche Grundlage für die Erstellung und Bewertung der Facharbeiten in der Jahrgangsstufe Q1 zu gewährleisten, findet im Vorfeld des Bearbeitungszeitraums ein fachübergreifender Projekttag statt, ggf. gefolgt von einem Besuch einer Universitäts- und/oder Landesbibliothek. Die Stadtbibliothek Neuss bietet zudem interessierten Schülerinnen und Schülern eine Beratung zum Vorgehen bei einer Facharbeit an. Das Methodenteam hat schulinterne Kriterien für die Erstellung einer Facharbeit angefertigt, die die unterschiedlichen Arbeitsweisen in den Fachbereichen berücksichtigen. Im Verlauf des Projekttag werden den Schülerinnen und Schülern in einer zentralen Veranstaltung und in Gruppen diese schulinternen Kriterien vermittelt.

#### **Exkursionen**

In der Gymnasialen Oberstufe sollen in Absprache mit der Stufenleitung nach Möglichkeit unterrichtsbegleitende Exkursionen durchgeführt werden. Diese sollen im Unterricht vor- bzw. nachbereitet werden.

Über die Erfahrungen wird in den Fachkonferenzen berichtet.

## 4 Qualitätssicherung und Evaluation

### Evaluation des schulinternen Curriculums

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

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

<b>Kriterien</b>	<b>Ist-Zustand</b>	<b>Änderungen/ Konsequenzen/ Perspektivplanung</b>	<b>Wer (Verantwort- lich)</b>	<b>Bis wann (Zeitraumen)</b>
<b>Funktionen</b>				
Fachvorsitz				
Stellvertreter				
Sonstige Funktionen (im Rahmen der schulprogrammatischen fächerübergreifenden Schwerpunkte)				
<b>Ressourcen</b>				
personell	Fachlehrer/in			
	Lerngruppen			
	Lerngruppengröße			

	...				
räumlich	Fachraum				
	Bibliothek				
	Computerraum				
	Raum für Fachteamarb.				
	...				
materiell/ sachlich	Lehrwerke				
	Fachzeitschriften				
	...				
zeitlich	Abstände Fachteamarbeit				
	Dauer Fachteamarbeit				
	...				
<b>Unterrichtsvorhaben</b>					
<b>Leistungsbewertung/ Einzelinstrumente</b>					
<b>Leistungsbewertung/Grundsätze</b>					

