

Schulinternes Curriculum für die Sekundarstufe II  
Geschwister-Scholl-Gymnasium Velbert

# Fach **Biologie** Sek. II

Stand: 19.08.2024

## Inhalt:

<b>1. ZIELE UND AUFGABEN DES FACHS BIOLOGIE .....</b>	<b>3</b>
<b>2. RAHMENBEDINGUNGEN DER FACHLICHEN ARBEIT .....</b>	<b>4</b>
<b>3. ENTSCHEIDUNGEN ZUM UNTERRICHT.....</b>	<b>6</b>
<b>3.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben .....</b>	<b>6</b>
<b>3.2 Konkretisierung der Unterrichtsvorhaben .....</b>	<b>11</b>
<b>3.3 Grundsätze der Leistungsbewertung .....</b>	<b>106</b>
<b>4. FÄCHERÜBERGREIFENDE ASPEKTE .....</b>	<b>113</b>
<b>5. EINSATZ DIGITALER MEDIEN IM UNTERRICHT .....</b>	<b>113</b>
<b>6. EXKURSIONEN UND AUßERSCHULISCHE LERNORTE .....</b>	<b>113</b>
<b>7. DAS FACH BIOLOGIE IM KONTEXT DER EUROPASCHULE .....</b>	<b>114</b>
<b>8. DER BEITRAG DES FACHS IM RAHMEN DER GANZTAGSSCHULE.....</b>	<b>115</b>
<b>9. GENDER MAINSTREAMING.....</b>	<b>115</b>
<b>10. BEITRAG DES FACHS ZUR VERBRAUCHERBILDUNG .....</b>	<b>116</b>
<b>11. WETTBEWERBE UND ZUKUNFTSVISIONEN .....</b>	<b>117</b>

## 1. Ziele und Aufgaben des Fachs Biologie

Gegenstand der naturwissenschaftlichen Fächer ist die empirisch erfassbare, in formalen Strukturen beschreibbare und durch Technik gestaltbare Wirklichkeit sowie die Verfahrens- und Erkenntnisweisen, die ihrer Erschließung und Gestaltung dienen.

Naturwissenschaften und Technik prägen unsere Gesellschaft in allen Bereichen und bilden einen bedeutenden Teil unserer kulturellen Identität. Sie bestimmen maßgeblich unser Weltbild, das schneller als in der Vergangenheit Veränderungen erfährt. Das Wechselspiel zwischen naturwissenschaftlicher Erkenntnis und technischer Anwendung bewirkt Fortschritte auf vielen Gebieten, vor allem auch bei der Entwicklung und Anwendung von neuen Technologien und Produktionsverfahren. Andererseits birgt das Streben nach Fortschritt aber auch Risiken, die bewertet und beherrscht werden müssen. Naturwissenschaftlich-technische Erkenntnisse und Innovationen stehen damit zunehmend im Fokus gesellschaftlicher Diskussionen und Auseinandersetzungen. Eine vertiefte naturwissenschaftliche Grundbildung bietet die Grundlage für fundierte Urteile in Entscheidungsprozessen über erwünschte oder unerwünschte Entwicklungen.

Das Fach Biologie leistet gemeinsam mit den anderen naturwissenschaftlichen Fächern einen Beitrag zum Bildungsziel einer vertieften naturwissenschaftlichen Grundbildung. Gemäß den für alle Bundesländer verbindlichen Bildungsstandards beinhaltet naturwissenschaftliche Grundbildung, Phänomene erfahrbar zu machen, die Sprache und Geschichte der Naturwissenschaften zu verstehen, ihre Erkenntnisse zu kommunizieren sowie sich mit ihren spezifischen Methoden der Erkenntnisgewinnung und deren Grenzen auseinander zu setzen. Typische theoretische und hypothesengeleitete Denk- und Arbeitsweisen ermöglichen eine analytische und rationale Betrachtung der Welt. Naturwissenschaftliche Bildung ermöglicht eine aktive Teilhabe an gesellschaftlicher Kommunikation und Meinungsbildung über technische Entwicklungen und naturwissenschaftliche Forschung und ist deshalb wesentlicher Bestandteil von Allgemeinbildung.

Der Biologieunterricht in der Sekundarstufe I legt die Grundlagen für ein gesundheits- und umweltbewusstes, nachhaltiges Handeln sowohl in individueller als auch in gesellschaftlicher Verantwortung und für lebenslanges Lernen auf dem Gebiet der Biowissenschaften, die von einem rasanten Erkenntniszuwachs geprägt sind. Durch die unmittelbare Begegnung mit Lebewesen und der Natur ermöglicht der Biologieunterricht primäre Naturerfahrungen, die einen wesentlichen Beitrag zur Wertschätzung und Erhaltung der biologischen Vielfalt leisten sowie affektive Haltungen beeinflussen und ästhetisches Empfinden wecken. Schülerinnen und Schüler entwickeln ein Verständnis für die wechselseitige Abhängigkeit von Mensch und Umwelt und werden für einen verantwortungsvollen Umgang mit der Natur sensibilisiert. Diese Erkenntnisse führen zu Perspektiven und Anwendungen, die in Abgrenzung zu den anderen Naturwissenschaften den Menschen als Teil und als Gestalter der Natur betreffen.

Der Biologieunterricht eröffnet den Schülerinnen und Schülern Einblicke in Bau und Funktion des eigenen Körpers und leistet so einen wichtigen Beitrag zur Selbstwahrnehmung und Gesundheitserziehung sowie zu Fragen des Zusammenlebens und der Lebensplanung.

Er vermittelt den Schülerinnen und Schülern wichtige Erkenntnisse in den Biowissenschaften und macht Entwicklungen transparent, die heute für die Menschen weltweit von grundlegender Bedeutung sind, da sie zunehmend auch politische Entscheidungen beeinflussen und die Fundamente des Wertesystems der Gesellschaft berühren. Der Biologieunterricht bahnt so als Gegenpol zu undifferenzierten, pauschalen Betrachtungen eine faktenbasierte Bewertungskompetenz für ökologisch, ökonomisch und sozial tragfähige Entscheidungen an.

Der Biologie kommt zudem als historischer Naturwissenschaft, die sich auf der Basis der universell gültigen Evolutionstheorie mit der Entstehung und Entwicklung des Lebens auf der Erde und der Humanevolution beschäftigt, eine besondere Bedeutung bei der Vermittlung eines aufgeklärten Menschenbildes zu.

Im Rahmen des allgemeinen Bildungs- und Erziehungsauftrags der Schule unterstützt der Unterricht im Fach Biologie die Entwicklung einer mündigen und sozial verantwortlichen Persönlichkeit und leistet weitere Beiträge zu fachübergreifenden Querschnittsaufgaben in Schule und Unterricht, hierzu zählen u.a.

- Werteerziehung,
- politische Bildung und Demokratieerziehung,
- Bildung für die digitale Welt,
- Bildung für nachhaltige Entwicklung,
- geschlechtersensible Bildung,
- kulturelle und interkulturelle Bildung.

## 2. Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

Das Geschwister-Scholl-Gymnasium ist eines von drei öffentlichen Gymnasien der Stadt Velbert und wurde dem Standorttypen der Stufe 4 zugeordnet. Es ist ein Ganztagsgymnasium mit bilingualem englischsprachigem Zweig und ist in der Sekundarstufe I dreizügig. Der Unterricht findet im 67,5-minütigen Takt statt (1 Unterrichtsblock).

Durch die Einteilung des Standorttypen gilt für unsere Schülerinnen und Schüler, dass die Mehrheit in elterlichen Wohnungen in Wohngebieten lebt. Aus diesem Grund sind aus biologischer Sicht naturnahe Erlebnisse sowie Beobachtungen von Tieren oder Pflanzen von besonderer Bedeutung. Diese Erlebnisse können durch die geeignete geographische Lage des Schulgebäudes gewährleistet werden, da sowohl der Rinderbach als auch das nahegelegene Wäldchen als biologisches Klassenzimmer genutzt werden können. Gesammelte Objekte können anschließend unter dem Mikroskop untersucht werden oder es können biologische Phänomene beobachtet und analysiert werden.

Des Weiteren erfüllt das Fach Biologie das Leitbild des Geschwister-Scholl-Gymnasiums, indem es aktiv das Ganztags- sowie das Europaschulkonzept ergänzt und mittels verschiedener Angebote mitgestaltet (s. Kapitel 7. und 8.). Das Schulprogramm wird stets bei inner- und außerunterrichtlichen Projekten eingehalten.

Das Fach Biologie wird in der Sekundarstufe I von Klasse 5 bis Klasse 9 durchgängig unterrichtet. Nur in der Stufe 7 wird das Fach Biologie nicht erteilt. In der Sekundarstufe II kann das Fach Biologie sowohl als Grundkurs als auch als Leistungskurs gewählt werden. Im Detail ergibt sich folgende Konstellation für die G9-Jahrgänge:

<b>Klasse/Jgst.</b>	<b>Anzahl Blöcke pro Woche 1. HJ/2. HJ</b>
5	1 / 1
6	1 / 1
7	0 / 0
8*	1 / 1
9*	1 / 1
10*	1 / 1

\*gültig ab G9. Die aktuellen Klassen 8 bis 10 werden noch nach dem G8 Lehrplan unterrichtet.

Für das Fach Biologie sind in der Sekundarstufe I die Kernlehrpläne des Landes NRW verbindlich. Die Kernlehrpläne beschreiben detailliert die von den Schülerinnen und Schülern zu entwickelnden Kompetenzen und geben Themenbereiche verbindlich vor.

### 3. Entscheidungen zum Unterricht in der Sekundarstufe II

#### 3.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben

Einführungsphase	
<p><b>Unterrichtsvorhaben I: Aufbau und Funktion der Zelle</b></p> <p><b>Inhaltsfeld 1: Zellbiologie</b></p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Aufbau der Zelle, Fachliche Verfahren: Mikroskopie</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</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>• Informationen erschließen (K)</li><li>• Informationen aufbereiten (K)</li><li>• Zeitbedarf: ca. 16 Std. à 67,5 Minuten</li></ul>	<p><b>Fachchaftsinterne Absprachen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Lichtmikroskopie, Präparation und wissenschaftliche Zeichnungen werden praktisch durchgeführt</li></ul> <p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Kompartimentierung der eukaryotischen Zelle</li></ul> <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Zelldifferenzierung bei der Bildung von Geweben</li></ul>



<p><b>Unterrichtsvorhaben II: Biomembranen</b></p> <p><b>Inhaltsfeld 1: Zellbiologie</b></p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Biochemie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von osmotischen Vorgängen</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</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> <li>• Zeitbedarf: ca. 14 Std. à 67,5 Minuten</li> </ul>	<p><b>Fachschaftsinterne Absprachen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. Experimente zu Diffusion/Osmose</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>
<p><b>Unterrichtsvorhaben III: Mitose, Zellzyklus und Meiose</b></p> <p><b>Inhaltsfeld 1: Zellbiologie</b></p> <p><b>Aufbau und Funktion der Zelle</b></p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Genetik der Zelle, Fachliche Verfahren: Analyse von Familienstammbäumen</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)</li> <li>• Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)</li> </ul>	<p><b>Fachschaftsinterne Absprachen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikroskopie</li> </ul> <p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p>



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)</li> <li>• Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)</li> <li>• Zeitbedarf: ca. 14 Std. à 67,5 Minuten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energetischer Zusammenhang zwischen auf- und abbauendem Stoffwechsel</li> </ul>
<p><b>Unterrichtsvorhaben IV: Energie, Stoffwechsel und Enzyme</b></p> <p><b>Inhaltsfeld 1: Zellbiologie</b></p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Physiologie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von Enzymaktivitäten</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)</li> <li>• Informationen aufbereiten (K)</li> <li>• Zeitbedarf: ca. 16 Std. à 67,5 Minuten</li> </ul>	<p><b>Fachschaftsinterne Absprachen:</b></p> <p><b>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>• Summe Einführungsphase: 60 Stunden</li> </ul>	



## **GRUNDKURS: Qualifikationsphase 1**

### **Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie**

- UV Q1.1 GK Energieumwandlung in lebenden Systemen
- UV Q1.2 GK Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen
- UV Q1.3 GK Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie

### **Inhaltsfeld 4: Ökologie**

- UV Q1.4 GK Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen
- UV Q1.5 GK Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften
- UV Q1.6 GK Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen

### **Inhaltsfeld 2: Neurobiologie**

- UV Q1.7 GK Informationsübertragung durch Nervenzellen

## **LEISTUNGSKURS: Qualifikationsphase 1**

### **Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie**

- UV Q1.1 LK Energieumwandlung in lebenden Systemen
- UV Q1.2 LK Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen
- UV Q1.3 LK Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie
- UV Q1.4 LK Fotosynthese – natürliche und anthropogene Prozessoptimierung

### **Inhaltsfeld 4: Ökologie**

- UV Q1.5 LK Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen
- UV Q1.6 LK Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften
- UV Q1.7 LK Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen

### **Inhaltsfeld 2: Neurobiologie**

- UV Q1.8 LK Erregungsentstehung und Erregungsleitung an einem Neuron
- UV Q1.9 LK Informationsweitergabe über Zellgrenzen



## **GRUNDKURS: Qualifikationsphase 2**

### **Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution**

- UV Q2.1 GK Speicherung und Expression genetischer Informationen
- UV Q2.2 GK Humangenetik und Gentherapie
- UV Q2.3 GK Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie
- UV Q2.4 GK Stammbäume und Verwandtschaft

## **LEISTUNGSKURS: Qualifikationsphase 2**

### **Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution**

- UV Q2.1 LK DNA – Speicherung und Expression genetischer Information
- UV Q2.2 LK Regulation der Genexpression und Krebs
- UV Q2.3 LK Humangenetik, Gentechnik und Gentherapie
- UV Q2.4 LK Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie
- UV Q2.5 LK Stammbäume und Verwandtschaft
- UV Q2.6 LK Humanevolution und kulturelle Evolution



### 3.2 Konkretisierung der Unterrichtsvorhaben

EF UV I: Aufbau und Funktion der Zelle			
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aufbau der Zelle, Fachliche Verfahren: Mikroskopie</li> </ul> <p>Zeitbedarf: ca. 16 Std. à 67,5 Minuten</p>		<p>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler können ...</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>Informationen erschließen (K)</li> <li>Informationen aufbereiten (K)</li> </ul>	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<b>SI-Vorwissen</b>		Z.B. multiple-choice-Test zu Zelle, Gewebe, Organ und Organismus	Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz: SI-Vorwissen wird ohne Benotung ermittelt (z.B. Selbstevaluationsbogen) auf Basis der in der Jgst. 9 ausgegebenen Übersicht über grundlegende Kenntnisse
<b>Mikroskopie: Welche Strukturen können bei prokaryotischen und eukaryotischen Zellen mithilfe verschiedener mikroskopischer Techniken sichtbar gemacht werden?</b>	<p>vergleichen den Aufbau von prokaryotischen und eukaryotischen Zellen (S1, S2, K1, K2, K9).</p> <p>begründen den Einsatz unterschiedlicher mikroskopischer Techniken für verschiedene Anwendungsgebiete</p>	Mikroskopie und Modelle	<ul style="list-style-type: none"> <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> </ul>



	(S2, E2, E9, E16, K6).		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vergleich des Grundbauplans von pro- und eukaryotischen Zellen unter Berücksichtigung der Kompartimentierung (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> </ul>
<b>Zelle als System: Wie ermöglicht das Zusammenwirken der einzelnen Zellbestandteile die Lebensvorgänge in einer Zelle?</b>	erklären Bau und Zusammenwirken der Zellbestandteile eukaryotischer Zellen und erläutern die Bedeutung der Kompartimentierung (S2, S5, K5, K10).	<p>elektronenmikroskopische Bilder sowie 2D- Modelle/Schemata zu tierischen, pflanzlichen und bakteriellen Zellen</p> <p>Stationenlernen zu Zellorganellen und zur Dichtegradientenzentrifugation</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 Mitochondrien und Chloroplasten und Ableitung der jeweiligen Kompartimente (S2)</li> <li>- Erläuterung der Bedeutung der Kompartimentierung der eukaryotischen Zelle (S5)</li> </ul>
<b>Entstehung: Welche Erkenntnisse über den Bau von Mitochondrien und Chloroplasten stützen die Endosymbiontentheorie?</b>	erläutern theoriegeleitet den prokaryotischen Ursprung von Mitochondrien und Chloroplasten (E9, K7).	Erstellen eines selbst-erklärenden Modells (Plastik/Schema/Animation etc.) zur Erklärung der Endosymbiontentheorie für zufällig bestimmte Adressaten.	<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 proximatere 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</li> </ul>



			(E9) - ultimate Erklärung des prokaryotischen Ursprungs der Mitochondrien und Chloroplasten mithilfe der Endosymbiontentheorie (K7)
<b>Zelldifferenzierung: Welche morphologischen Anpassungen weisen verschiedene Zelltypen von Pflanzen und Tieren in Bezug auf ihre Funktionen auf?</b>	analysieren differenzierte Zelltypen mithilfe mikroskopischer Verfahren (S5, E7, E8, E13, K10).	Mikroskopieren von verschiedenen Zelltypen (Empfehlung: Knochen, Knorpel, Muskulatur, Leber, Darmzotten  <a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6050">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6050</a>  <a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6048">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6048</a>	- Mikroskopie von Fertigpräparaten verschiedener Tierzellen im Gewebeverband (E7, E8) - Mikroskopie von ausdifferenzierten Pflanzenzellen (E8) - Analyse der Anpassungen von verschiedenen Laubblättern (Blattquerschnitte von Sonnen- und Schattenblättern, Kiefernadeln, Maisblatt) im Hinblick auf Fotosynthese und Transpiration (K10) - Anfertigung wissenschaftlicher Zeichnungen zur Dokumentation und Interpretation der beobachteten Strukturen unter Berücksichtigung der Anpassung der Zelltypen und Vergleich mit Fotografien (E13) - Reflexion der Systemebenen (Zelle, Gewebe, Organ, Organismus) unter Bezug zur Zelldifferenzierung bei der Bildung von Geweben (Basiskonzept Individuelle und evolutive Entwicklung) (S5)

<p><b>Vielzeller vs. Einzeller:</b>  <b>Welche Vorteile haben einzellige und vielzellige Organisationsformen?</b></p>	<p>vergleichen einzellige und vielzellige Lebewesen und erläutern die jeweiligen Vorteile ihrer Organisationsform (S3, S6, E9, K7, K8).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erläuterung der unterschiedlichen Organisationsformen innerhalb der Chlamydomonadales (Grünalgen-Reihe) und Ableitung der Eigenschaften von Vielzellern (Arbeitsteilung, Kommunikation, Fortpflanzung) anhand von Volvox [2] (S3, E9)</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>
---	---	---

<p>Diagnose von Schülerkompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SI-Vorwissen wird ohne Benotung ermittelt (z.B. Selbstevaluationsbogen)</li> </ul> <p>Leistungsbewertung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• multiple-choice-Tests zu Zelltypen und Struktur und Funktion von Zellorganellen</li> <li>• ggf. Teil einer Klausur</li> </ul>
---

<p><b>EF UV II: Biomembranen</b></p>
<p>Inhaltsfeld: IF 1 (Biologie der Zelle)</p>



Inhaltliche Schwerpunkte: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktion des Zellkerns</li> <li>• Zellverdopplung und DNA</li> </ul> Zeitbedarf: ca. 14 Std. à 67,5 Minuten		Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler können ... <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>	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
Erhebung und Reaktivierung von SI-Vorwissen		Cluster (Von jedem SuS selbst erstellt und von der Lehrkraft eingesammelt für spätere Evaluation des Lernzuwachses)	- Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz: SI-Vorwissen wird ermittelt und reorganisiert. (Elemente, kovalente Bindungen, polare Bindungen, Wasser als polares Molekül, Ionen)
<b>Moleküle des Lebens: Wie hängen Strukturen und Eigenschaften der Moleküle des Lebens zusammen?</b>	erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6).		- 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)

<p><b>Biomembran: Wie erfolgte die Aufklärung der Struktur von Biomembranen und welche Erkenntnisse führten zur Weiterentwicklung der jeweiligen Modelle?</b></p>	<p>stellen den Erkenntniszuwachs zum Aufbau von Biomembranen durch technischen Fortschritt und Modellierungen an Beispielen dar (E12, E15–17).</p>	<p>SINUS.NRW-Material:  <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></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</li> <li>- Erläuterung des Fluid-Mosaik-Modells anhand von 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 Membranmodelle auch anhand selbst hergestellter Membranmodelle (E12)</li> <li>- Reflektion des Erkenntnisgewinnungsprozesses ausgehend vom technischen Fortschritt der Analyseverfahren und Weiterentwicklung des Membranmodells zum modernen Fluid-Mosaik-Modell (E15–17)</li> </ul>
<p><b>Funktion der Biomembran: Wie können Zellmembranen einerseits die Zelle nach außen abgrenzen und andererseits doch durchlässig für Stoffe sein?</b></p>	<p>erklären experimentelle Befunde zu Diffusion und Osmose mithilfe von Modellvorstellungen (E4, E8, E10–14).</p> <p>erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6).</p>	<p>Informationstexte und Abbildungen          Filme/Animationen</p> <p>Arbeitsblätter zu Transportproteinen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Experimente zu Diffusion und Osmose (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 in Süß- bzw. Salzwasser unter Bezugnahme</li> </ul>

	erklären die Bedeutung der Homöostase des osmotischen Werts für zelluläre Funktionen und leiten mögliche Auswirkungen auf den Organismus ab (S4, S6, S7, K6, K10).		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><b>Signaltransduktion: Wie können extrazelluläre Botenstoffe, wie zum Beispiel Hormone, eine Reaktion in der Zelle auslösen?</b></p> <p><b>Zell-Zell-Erkennung: Welche Strukturen sind für die Zell-Zell-Erkennung in einem Organismus verantwortlich?</b></p>	erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6).	<p>QUALIS-Material:  <a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6051">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6051</a></p> <p>Fallbeispiel zur Organtransplantation</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> <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 Glykoproteinen und Erklärung der Spezifität dieser Oberflächenstrukturen (S2)</li> <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</li> </ul>

			Bildung von Zellkontakten in Geweben unter Berücksichtigung der Basiskonzepte Struktur und Funktion sowie Information und Kommunikation (S5, K6)
<p>Diagnose von Schülerkompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clusterevaluation am Ende der Unterrichtreihe</li> </ul> <p>Leistungsbewertung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• multiple-choice-Test</li> <li>• ggf. Klausur</li> </ul>			

## EF UV III: Mitose, Zellzyklus und Meiose

### Inhaltsfeld 1: Zellbiologie

Zeitbedarf: ca. 14 Std. à 67,5 Minuten

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

Genetik der Zelle, Fachliche Verfahren: Analyse von Familienstammbäumen

#### Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)
- Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)
- Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)
- Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)



- Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
	<p>Anwendung von Zellwachstumshemmern (Zytostatika) und nehmen zu den damit verbundenen Risiken Stellung (S3, K13, B2, B6–9).</p> <p>- diskutieren kontroverse Positionen zum Einsatz von embryonalen Stammzellen (K1-4, B1–6, B10–12).</p>	<p><b><i>Zellwachstum gehemmt werden und welche Risiken sind mit der Behandlung verbunden?</i></b> (ca. 1 Ustd.)</p> <p><b><i>Welche Ziele verfolgt die Forschung mit embryonalen Stammzellen und wie wird diese Forschung ethisch bewertet?</i></b> (ca. 3 Ustd.)</p>	<p><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></p> <p><b>Unheilbare Krankheiten künftig heilen?</b></p> <p><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 begründeten Urteil zu kommen.</li> <li>- Reflexion von kurz- und langfristigen Folgen von Entscheidungen sowie Reflexion des Bewertungsprozesses (B10, B11)</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>- Karyogramm: Genommutationen, Chromosomenmutationen</li>   <li>- Meiose</li> <li>- Rekombination</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- erläutern Ursachen und Auswirkungen von Chromosomen- und Genommutationen (S1, S4, S6, E11, K8, K14).</li> </ul>	<p><b><i>Nach welchem Mechanismus erfolgt die Keimzellbildung und welche Mutationen können dabei auftreten?</i></b> (ca. 4 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hinweis: Der Fokus liegt hier nicht auf der detaillierten Kenntnis von Stammzelltypen, sondern auf der Frage, welche Argumente für und gegen die Nutzung von embryonalen Stammzellen für die Medizin möglich sind. Voraussetzung dafür ist im Wesentlichen das Wissen um die Pluripotenz der embryonalen Stammzellen.</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Karyogramm einer an Trisomie 21 erkrankten Person</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktivierung von Vorwissen: Beschreibung und Analyse des Karyogramms einer Person mit Trisomie 21 unter Verwendung der bisher gelernten Fachbegriffe (→Sek I)</li> <li>- Vergleich von Karyogrammen bei freier Trisomie 21 und Translokationstrisomie zur Identifikation von Chromosomen- und Genommutationen in Karyogrammen: Beschreibung der Unterschiede, Entwicklung von Fragestellungen und Vermutungen zu den Abweichungen</li> <li>- Erläuterung von Ursachen und Auswirkung der Genommutation</li> <li>- Definition der unterschiedlichen Formen von Chromosomenmutationen</li> <li>- Reaktivierung des Vorwissens (→Sek I: Meiose und Befruchtung,)</li> <li>- Vertiefende Betrachtung der Meiose</li> <li>- Erläuterung der Ursachen der Trisomie 21</li> <li>- Betrachtung der Unterschiede zur Mitose, vor allem im Hinblick auf die Reduktion des Chromosomensatzes bei der Gametenreife.</li> <li>- Herausstellung der Vorteile sexueller Fortpflanzung: interchromosomale und intrachromosomale Rekombination (S6)</li> </ul>

- Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
- Analyse von Familienstammbäumen	- wenden Gesetzmäßigkeiten der Vererbung auf Basis der Meiose bei der Analyse von Familienstammbäumen an (S6, E1–3, E11, K9, K13).	<b><i>Inwiefern lassen sich Aussagen zur Vererbung genetischer Erkrankungen aus Familienstammbäumen ableiten?</i></b> (ca. 2 Ustd.)	<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 Familienstammbaums 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, Familienstammbäume) (→Sek I)</li> <li>- Analyse von Familienstammbäumen, 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 interchromosomaler Rekombination</li> </ul>

Diagnose von Schülerkompetenzen:

- SI-Vorwissen wird ohne Benotung ermittelt (z.B. Selbstevaluationsbogen)

Diagnose von Schülerkompetenzen:

- Clusterevaluation am Ende der Unterrichtreihe



Leistungsbewertung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• multiple-choice-Test ggf. Klausur</li> </ul>

<b>EF UV IV: Energie, Stoffwechsel und Enzyme</b> <b>Inhaltsfeld 1: Zellbiologie</b> Zeitbedarf: ca. 16 Std. à 67,5 Minuten <b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Physiologie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von Enzymaktivitäten <b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b> Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) Informationen aufbereiten (K)	<b>Fachschaftsinterne Absprachen</b>  <b>Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten:</b> Stoff- und Energieumwandlung: Energetischer Zusammenhang zwischen auf- und abbauendem Stoffwechsel
--	---

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
Anabolismus und Katabolismus Energieumwandlung: ATP-ADP-System	beschreiben die Bedeutung des ATP-ADP-Systems bei auf- und abbauenden Stoffwechselprozessen (S5, S6).	<b>Welcher Zusammenhang besteht zwischen aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel in einer Zelle stofflich und energetisch?</b>  (ca. 8 Ustd.)	<b>Kontext:</b> <b>„Du bist, was du isst“ – Umwandlung von Nahrung in körpereigene Substanz</b> <b>zentrale Unterrichtssituationen:</b> Aktivierung von Vorwissen (→ Sek I, EF.1) durch Analyse einer Nährwerttabelle: Zusammenhang zwischen Nahrungsbestandteilen und Zellinhaltsstoffen 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] Verdeutlichung des Grundprinzips der energetischen Kopplung durch



Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
Energieumwandlung: Redoxreaktionen			<p>Energieüberträger Erläuterung des ATP-ADP-Systems unter Verwendung einfacher Modellvorstellungen: ATP als Energieüberträger</p> <p><i>Kontext:</i> <b>„Chemie in der Zelle“– Redoxreaktionen ermöglichen den Aufbau und Abbau von Stoffen</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> Aktivierung von Vorwissen (→Sek I Chemie): Redoxreaktion als Elektronenübertragungsreaktion, Donator-Akzeptor-Prinzip, Energieumsatz Herstellen eines Zusammenhangs von exergonischer Oxidation und Katabolismus sowie endergonischer Reduktion und Anabolismus Erläuterung des (NADH+H<sup>+</sup>)-NAD<sup>+</sup>-Systems und die Bedeutung von Reduktionsäquivalenten für den Stoffwechsel Vervollständigung des Schaubildes zum Zusammenhang von abbauendem und aufbauendem Stoffwechsel durch Ergänzung des (NADH+H<sup>+</sup>)-NAD<sup>+</sup>-Systems und des ATP-ADP-Systems. Dabei Herausstellung des Recyclings der Trägermoleküle und der Kopplung von Stoffwechselreaktionen</p>
Enzyme: Kinetik	erklären die Regulation der Enzymaktivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9).	<p><b>Wie können in der Zelle biochemische Reaktionen reguliert ablaufen?</b></p> <p>(ca. 8 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Enzyme ermöglichen Reaktionen bei Körpertemperatur.</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> Demonstrationsexperiment zur Verbrennung eines Zuckerwürfels mit und ohne Asche. Definition des Katalysators und Veranschaulichung der Wirkung im Energiediagramm. Erarbeitung der Merkmale von Enzymen als Proteine (→ EF.1) mit spezifischer Raumstruktur und ihrer Eigenschaft als Biokatalysatoren Herstellen des Zusammenhangs mit Stoffwechselreaktionen im Orga-</p>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
Untersuchung von Enzymaktivitäten	<p>entwickeln Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von verschiedenen Faktoren 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>nismus und Hervorheben der Bedeutung von kontrollierter Stoffumwandlung durch Zerlegung in viele Teilschritte</p> <p>Erarbeitung des Prinzips von Enzymreaktionen, dabei Berücksichtigung von Enzymeigenschaften wie Spezifität und Sättigung und Berücksichtigung des Schlüssel-Schloss-Prinzips (Basiskonzept Struktur und Funktion)</p> <p>Entwicklung einer Modellvorstellung als geeignete Darstellungsform (E12, K9)</p> <p><i>Kontext:</i>  <b>Die Enzymaktivität ist abhängig von Umgebungsbedingungen.</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i>  Entwicklung von Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von der Substratkonzentration (Sättigung) und der Temperatur (RGT-Regel, Denaturierung von Proteinen z.B. bei Fieber), Überprüfung durch Auswertung von Experimenten, wenn möglich selbst durchgeführt (E11, E14)</p> <p>Anwendung der Kenntnisse zur Enzymaktivität auf die Auswirkungen eines weiteren Faktors wie etwa dem pH-Wert am Beispiel von Verdauungsenzymen</p> <p>Interpretation grafischer Darstellungen zur Enzymaktivität, hierbei Fokussierung auf die korrekte Verwendung von Fachsprache und Vermeidung von Alltagssprache und ggf. Korrektur finaler Erklärungen (K6, K8)</p> <p>fakultativ: Enzymaktivität in Abhängigkeit von der Salinität der Umgebung, Bezug zur Homöostase möglich (→ Osmoregulation).</p>
Enzyme: Regulation	erklären die Regulation der Enzymaktivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9).		<p><i>Kontext:</i>  <b>„Alkohol verdrängt Alkohol“: Eine Methanol-Vergiftung kann mit Ethanol behandelt werden.</b></p>

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
			<p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i>            Erweiterung der Modellvorstellung zu Enzymen durch die Darstellung der kompetitiven Hemmung (E12)            Erläuterung der Modellvorstellung zur allosterischen Hemmung und Beurteilung von Grenzen der Modellvorstellungen            Erarbeitung der Enzymaktivität durch kompetitive und allosterische Hemmung anhand von Diagrammen (K9)            Erläuterung der Aktivierung von Enzymen und die Bedeutung 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]</p>
<p>Diagnose von Schülerkompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SI-Vorwissen wird ohne Benotung ermittelt (z.B. Selbstevaluationsbogen)</li> <li>• Clusterevaluation am Ende der Unterrichtreihe</li> </ul> <p>Leistungsbewertung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• multiple-choice-Test ggf. Klausur</li> </ul>			

# GRUNKURS

## UV Q1.1 GK Energieumwandlung in lebenden Systemen Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie

<b>Sequenzierung:</b> <b>Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte</i>
<p><b>Wie wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in nutzbare Energie um?</b></p> <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> </ul> <p>Chemiosmotische ATP-Bildung</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p>- stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9).</p>	<p><i>Kontext:</i>  <b>Leben und Energie - Lebensvorgänge in Zellen können nur mit Energiezufuhr ablaufen.</b>  <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktivierung des Vorwissens zur Energieumwandlung in lebenden Systemen (EF), insbesondere: Zusammenhang von abbauendem und aufbauendem Stoffwechsel, energetische Kopplung von Reaktionen, Bedeutung der Moleküle NADH+H<sup>+</sup> und ATP</li> <li>• Beschreibung der grundlegenden Funktionsweise des Transmembranproteins ATP-Synthase in lebenden Systemen</li> </ul>

### Weiterführende Materialien und Bausteine des Medienkonzepts Q1.1 GK:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
-----	---------------------	---



1	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6085">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6085</a>	Arbeitsmaterial zu den Grundlagen der ATP-Bildung in Zellen unter Berücksichtigung des Vorwissens aus der Einführungsphase und der Modellierung einer Energieumwandlung im Pumpspeicherkraftwerk
2	<a href="https://www.chemie-schule.de/KnowHow/Chemiosmotische_Kopplung">https://www.chemie-schule.de/KnowHow/Chemiosmotische_Kopplung</a>	Anschauliche Erklärung des Grundprinzips der chemiosmotischen Kopplung

# UV Q1.2 GK Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen

## Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
inhaltliche Aspekte	Schülerinnen und Schüler können...	<i>Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte</i>
<p><b>Wie kann die Zelle durch den schrittweisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen?</b></p> <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> </ul> <p>(ca. 5 Ustd.)</p>	<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>Kontext:</i></p> <p><b>Keine Power ohne Nahrung – Bei heterotrophen Organismen ist die ATP-Synthese an die Oxidation von Nährstoffmolekülen gekoppelt. [1]</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktivierung des Vorwissens zum Feinbau von Mitochondrien und Skizze eines Schaubildes mit den wesentlichen Schritten der Zellatmung und deren Verortung in Zellkompartimenten, sukzessive Ergänzung des Schaubildes im Verlauf des Unterrichts (K9)</li> <li>• Beschreibung der Glykolyse als ersten Schritt des Glucoseabbaus, dabei Fokussierung auf die Entstehung von Energie- und Reduktionsäquivalenten sowie die Oxidation zu Pyruvat als Endprodukt der Glykolyse</li> <li>• Beschreibung des oxidativen Abbaus von Pyruvat zu Kohlenstoffdioxid in den Mitochondrien durch oxidative Decarboxylierung und die Prozesse im Tricarbonsäurezyklus, dabei Fokussierung auf die Reaktionen, in denen Reduktionsäquivalente und ATP gebildet werden</li> <li>• Aufstellung einer Gesamtbilanz aus den ersten drei Schritten und Abgleich mit der Bruttogleichung der Zellatmung Hinweis: Strukturformeln der Zwischenprodukte müssen nicht reproduziert werden können.</li> <li>• Veranschaulichung des Elektronentransports in der Atmungskette und des Protonentransports durch die Membran anhand einer vereinfachten Darstellung (K9)</li> <li>• Analyse der Bedeutung der Verfügbarkeit von Sauerstoff als Endakzeptor der Elektronen und NADH+H<sup>+</sup> als Elektronendonator zur Aufrechterhaltung des Protonengradienten</li> <li>• Übersichtsschema vervollständigen und Aufstellen einer Gesamtbilanz der Zellatmung (K9)</li> </ul>



<p><b>Wie beeinflussen Nahrungsergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel?</b></p> <p>Stoffwechselregulation auf Enzymebene</p> <p>(ca. 2-3 Ustd.)</p>	<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>Kontext:</i></p> <p><b>Mikronährstoffpräparate beim Sport – Lifestyle oder notwendige Ergänzung?</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reaktivierung des Vorwissens zu enzymatischen Reaktionen und der Enzymregulation durch Aktivatoren und Inhibitoren z. B. unter Verwendung einfache, modellhafter Abbildungen (EF)</li> <li>- Reaktivierung der Kenntnisse zu Cofaktoren z.B. am Beispiel von Mineralstoff- oder Vitaminpräparaten als Nahrungsergänzungsmittel (NEM) [2, 3]</li> </ul> <p><i>Bewertungsprozess: Abwägung von Handlungsoptionen und kriteriengeleitete Meinungsbildung sowie Entscheidungsfindung (B9) [5]</i></p>
---	--	--

### Weiterführende Materialien und Bausteine des Medienkonzepts Q1.2 GK:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6086">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6086</a>	In dieser alternativen Unterrichtssequenz werden die gleichen Inhaltlichen Schwerpunkte und konkretisierten Kompetenzerwartungen des KLP angesteuert, jedoch wird mit der Erarbeitung der Vorgänge in der Atmungskette in die Zellatmung eingestiegen.
2	<a href="http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/8/bc/vlu/biokatalyse_enzyme/cofaktoren.vlu/Page/vsc/de/ch/8/bc/biokatalyse/vitamine_coenzyme.vscml.html">http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/8/bc/vlu/biokatalyse_enzyme/cofaktoren.vlu/Page/vsc/de/ch/8/bc/biokatalyse/vitamine_coenzyme.vscml.html</a>	Tabellarische Übersicht der Vitamine, die als Coenzyme im Energiestoffwechsel relevant sind
3	<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.)
4	<a href="https://www.klartext-nahrungsergaenzung.de">https://www.klartext-nahrungsergaenzung.de</a> <a href="https://www.klartext-nahrungsergaenzung.de/produkte/sport">https://www.klartext-nahrungsergaenzung.de/produkte/sport</a>	Unabhängige und informative Seite der Verbraucherzentrale zu Nahrungsergänzungsmitteln, z.B. im Sport
5	<a href="https://www.verbraucherzentrale.de/ernaehrungskompetenzen-im-sport">https://www.verbraucherzentrale.de/ernaehrungskompetenzen-im-sport</a>	Seminarbausteine der Verbraucherzentrale Sachsen. Modul 6 beinhaltet umfassende Informationen, eine PPT-Präsentation und Arbeitsblätter zum Thema Nahrungsergänzungsmittel im Sport



# UV Q1.3 GK Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie

## Inhaltsfeld 3: Stoffwechselfysiologie

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
inhaltliche Aspekte	Schülerinnen und Schüler können...	<i>Alltagsvorstellungen</i> / <i>fakultative Aspekte</i> / <i>schulspezifische Aspekte</i>
<p><b>Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von Pflanzen abhängig?</b></p> <p>Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11).</li> </ul>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Solarenergie sichert unsere Ernährung – Pflanzen sind Selbstversorger und Primärproduzenten</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reaktivierung der Bruttogleichung der Fotosynthese (2 Sek I) und Beschreibung der Stärke- und Sauerstoffproduktion als ein Maß für die Fotosyntheseaktivität.</li> <li>- <i>Messung der Sauerstoffproduktion bei der Wasserpest, z. B. mithilfe einer Farbreaktion [1] oder bei Efeu [2], dabei Variation der äußeren Faktoren und Berücksichtigung der Variablenkontrolle (E6)</i></li> <li>- Auswertung der Ergebnisse, Abgleich mit Literaturwerten und Rückbezug auf Hypothesen (E 9–11)</li> </ul>
<p><b>Welche Blattstrukturen sind für die Fotosynthese von Bedeutung?</b></p> <p>Funktionale Anpasstheiten: Blattaufbau</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- erklären funktionale Anpasstheiten an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4, S5, S6, E3, K6–8).</li> </ul>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Stärkenachweis in panaschierten Blättern – die Fotosynthese findet nur in grünen Pflanzenteilen statt</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reaktivierung der Kenntnisse zum Aufbau eines Laubblatts (→EF), Erläuterung der morphologischen Strukturen, die für die Fotosyntheseaktivität von Landpflanzen bedeutend sind</li> <li>- Erläuterung von Struktur-Funktions-Zusammenhängen für unterschiedliche Gewebe im schematischen Blattquerschnitt, dabei Berücksichtigung der Versorgung fotosynthetisch aktiver Zellen mit Kohlenstoffdioxid, Wasser und Lichtenergie</li> <li>- <i>Mikroskopie eines Abziehpräparats der unteren Blattepidermis und Hypothesenbildung zur Regulation des Gasaustausches und der Transpiration durch Schließzellen [3]</i></li> <li>- <i>Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zu Anpasstheiten von Sonnen- und Schattenblättern (E3), Auswertung von Daten zur Fotosyntheserate</i></li> <li>- ggf. Korrektur finaler Erklärungen der Anpasstheiten (K7)</li> </ul>



<p><b>Welche Funktionen haben Fotosynthesepigmente?</b></p> <p>Funktionale Anpassungen:          Absorptionsspektrum von Chlorophyll,          Wirkungsspektrum, Feinbau Chloroplast          Chromatografie</p> <p>(ca. 1-3 Ustd.)</p>	<p>- erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13).</p>	<p><i>Kontext:</i>  <b>Der ENGELMANN-Versuch- Die Fotosyntheseleistung ist abhängig von der Wellenlänge des Lichts.</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Auswertung des ENGELMANN-Versuchs und Erklärung des ungleichmäßigen Bakterienwachstums entlang der fädigen Alge [4]</li> <li>- Herstellen eines Zusammenhangs zwischen dem Absorptionsspektrum einer Rohchlorophylllösung und dem Wirkungsspektrum der Fotosynthese</li> <li>- Wiederholung des Feinbaus eines Chloroplasten und Verortung der Pigmente in der Thylakoidmembran</li> </ul> <p><i>Reflexion des Erkenntnisgewinnungsprozesses (z.B. Einsatz analytischer Verfahren, historischer Experimente und Modelle) (E13)</i></p>
<p><b>Wie erfolgt die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie?</b></p> <p>Chemiosmotische ATP-Bildung          Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen,          Calvin-Zyklus:          Fixierung, Reduktion, Regeneration          Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p>- erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der Fotosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht (S2, S7, E2, K9).</p>	<p><i>Kontext:</i>  <b>Chloroplasten als Lichtwandler – Wie erfolgt die Synthese von Glucose mit Hilfe von Sonnenlicht?</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erstellung eines Übersichtsschemas für die Fotosynthese mit einer Unterteilung in Primärreaktion und Sekundärreaktion unter Berücksichtigung der Energieumwandlung von Lichtenergie in ATP und der Bildung von Glucose unter ATP-Verbrauch (K9)</li> <li>- Erläuterung der wesentlichen Vorgänge in der Lichtreaktion (Fotolyse des Wassers, Elektronentransport und Bildung von NADPH+ H<sup>+</sup>) anhand eines einfachen Schaubildes, Reaktivierung der Kenntnisse zur chemiosmotischen ATP-Bildung (UUV1)</li> <li>- Erläuterung der Teilschritte des CALVIN-Zyklus, dabei Fokussierung auf die Kohlenstoffdioxidfixierung durch das Enzym Rubisco, das Recyclingprinzip von Energie- und Reduktionsäquivalenten sowie auf die Bedeutung zyklischer Prozesse</li> <li>- Vervollständigung des Übersichtsschemas zur Veranschaulichung des stofflichen und energetischen Zusammenhangs der Teilreaktionen</li> </ul> <p>Darstellung des Zusammenwirkens von Chloroplasten und Mitochondrien in einer Pflanzenzelle für die Aufrechterhaltung der Lebensvorgänge in einer Pflanzenzelle</p>

**Weiterführende Materialien und Bausteine des Medienkonzepts Q1.3 GK:**

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
-----	---------------------	---



1	<a href="https://www.bio-logisch-nrw.de/aufgabenarchiv">https://www.bio-logisch-nrw.de/aufgabenarchiv</a>	Aufgabe 5 aus dem Jahr 2015 („Alles im grünen Bereich“) beschreibt das einfache und aussagekräftige experimentelle Design mit Efeuplättchen.
2	<a href="https://www.chemie-schule.de/KnowHow/Engelmannscher_Bakterienversuch">https://www.chemie-schule.de/KnowHow/Engelmannscher_Bakterienversuch</a>	Anschauliche Erklärung und Verlinkung zu einer kurzen Animation
3	<a href="https://medienportal.siemens-stiftung.org/de/chromatografie-von-chlorophyll-109310">https://medienportal.siemens-stiftung.org/de/chromatografie-von-chlorophyll-109310</a>	Arbeitsmaterial mit Videolink, Differenzierungsmaterial und Lösungen zur Chromatografie von Blattfarbstoffen

# UV Q1.4 GK Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen

## Inhaltsfeld 4: Ökologie

<b>Sequenzierung:</b> <b>Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte</i>
<p><b>Welche Forschungsgebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Ökologie?</b></p> <p>Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren.</p> <p>(ca. 1-2 Ustd.)</p>	<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>Kontext:</i></p> <p><b>Modellökosysteme, z.B. Flaschengarten</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktivierung des Vorwissens zu zentralen Begriffen der Ökologie (→ SI)</li> <li>• Darstellung des Wirkungsgefüges von Umweltfaktoren, Lebensvorgängen und Wechselbeziehungen von Lebewesen im gewählten Modellökosystem z. B. mit Hilfe einer Concept Map</li> <li>• Präsentation der Zusammenhänge unter Berücksichtigung kausaler Erklärungen und der Vernetzung von Systemebenen (S5–7, K8)</li> <li>• <b>Präsentation</b> zentraler Fragestellungen und Forschungsgebiete der Ökologie, die bei der Untersuchung des Zusammenwirkens von abiotischen und biotischen Faktoren im Verlauf der Unterrichtsvorhaben zur Ökologie eine Rolle spielen (<b>Advance Organizer</b>)</li> </ul>
<p><b>Inwiefern bedingen abiotische Faktoren die Verbreitung von Lebewesen?</b></p> <p>Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven</p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p>	<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>Kontext:</i></p> <p><b>Eine Frage der Perspektive – Für Wüstenspringmäuse ist die Wüste kein extremer Lebensraum</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellung eines Zusammenhangs zwischen einer langfristigen standortspezifischen Verfügbarkeit / Intensität eines Umweltfaktors und den entsprechenden Angepasstheiten bei Tieren z. B. am Beispiel des Umweltfaktors Wasser (ggf. Reaktivierung des Vorwissens zu morphologischen und physiologischen Angepasstheiten bei Pflanzen → UV 3 Stoffwechselphysiologie)</li> <li>• Interpretation von Toleranzkurven eurythermer und stenothermer Lebewesen.</li> <li>• Erklärung der unterschiedlichen physiologischen Temperatortoleranz ausgewählter Lebewesen unter Berücksichtigung des Basiskonzepts Steuerung und Regelung</li> </ul>



		Erweiterung des Konzepts der physiologischen Toleranz durch die Analyse von Daten aus Mehrfaktorenexperimenten, kritische Betrachtung der Übertragbarkeit der in Laborversuchen gewonnenen Daten auf die Situation im Freiland (E13)
--	--	--



<b>Sequenzierung:</b> <b>Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte</i>
<p><b>Welche Auswirkungen hat die Konkurrenz um Ressourcen an realen Standorten auf die Verbreitung von Arten?</b></p> <p>Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz,            Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische Potenz            Ökologische Nische</p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p>	<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 Wirkungsgefüge (S4, S7, E17, K7, K8).</li> </ul>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Vergleich der Standortbedingungen für ausgewählte Arten in Mono- und Mischkultur</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erläuterung des Konkurrenzbegriffs am Beispiel der intra- und der interspezifischen Konkurrenz, z. B. von Baumarten oder Gräsern in Mono- und Mischkultur (S7)</li> <li>• Erklärung der ökologischen Potenz mit dem Zusammenwirken von physiologischer Toleranz und der Konkurrenzstärke um Ressourcen (E9, K6–8)</li> <li>• Erläuterung des Konzepts der „ökologischen Nische“ als Wirkungsgefüge aller biotischen und abiotischen Faktoren, die das Überleben der Art ermöglichen (vertiefende Erarbeitung der Merkmale interspezifischer Beziehungen → UV 2 Ökologie)</li> <li>• <b>Herausstellen der Mehrdimensionalität des Nischenmodells und der ultimativen Erklärung der Einnischung (K7, E17)</b></li> </ul>
<p><b>Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen,</li> </ul> <p>Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal</p> <p>(ca. 3 Ustd.)            + Exkursion</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>Kontext:</i></p> <p><b>Zeigerorganismen in See/Bach geben Aufschluss über den Zustand von Ökosystemen</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfassung von Arten in <b>Gewässer/Bach</b> unter Verwendung eines Bestimmungsschlüssels (ggf. digital) und ggf. Recherche der Zeigerwerte/Saprobienindex dominanter Arten, Aufstellen von Vermutungen zur Gewässerbeeinflussung (E3, E4, E7–9) [1]</li> <li>• Sensibilisierung für den Zusammenhang von Korrelation und Kausalität (K8) und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses (E15)</li> </ul> <p><b>Internetrecherche</b> zur ökologischen Problematik von intensiver Grünlandbewirtschaftung (Fettwiesen) auf anliegende Gewässer, Begründung von Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen von heimischen, artenreichen Gewässersystemen und angepasster landwirtschaftlicher Strukturen (K11–14) [2,3]</p>

### Weiterführende Materialien und Bausteine des Medienkonzepts Q1.4 GK:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle



1	<a href="http://eh-da-flaechen.de/index.php/eh-da-flaechen/was-sind-eh-da-flaechen">http://eh-da-flaechen.de/index.php/eh-da-flaechen/was-sind-eh-da-flaechen</a>	Informationen zu Ausgleichsflächen und Eh-da-Flächen-Projekten, die sich auch im direkten Umfeld der Schülerinnen und Schüler realisieren lassen.
---	---	---



# UV Q1.5 GK Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften

## Inhaltsfeld 4: Ökologie

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i> inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Schülerinnen und Schüler können...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen <i>Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte</i>
<p><b><i>In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar?</i></b></p> <p>Interspezifische Beziehungen: Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen</p> <p style="text-align: right;">(ca. 5 Ustd.)</p>	<p>- analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6-K8).</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Gut vernetzt – Wechselwirkungen in Biozönosen</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung der charakteristischen Merkmale von Konkurrenz (→ UV1 Ökologie), Räuber-Beute-Beziehung, Parasitismus, Mutualismus und Symbiose an aussagekräftigen Beispielen. Ggf. <b>Präsentationen</b> zu den Wechselwirkungen unter Berücksichtigung der Fachsprache und der Unterscheidung von funktionalen und kausalen Erklärungen (K6, K8)</li> <li>• Analyse der Angepasstheiten ausgewählter interagierender Arten auf morphologischer und physiologischer Ebene, z. B. bei Symbiose (K7)</li> <li>• Analyse von Daten zu Wechselwirkungen und Bildung von Hypothesen zur vorliegenden Beziehungsform [1], Reflexion der Datenerfassung (z. B. Diskrepanz zwischen Labor- und Freilandbedingungen, Methodik) (E9)</li> </ul>
<p><b><i>Wie können Aspekte der Nachhaltigkeit im Ökosystemmanagement verankert werden?</i></b></p> <p>Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p>- erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umwelnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10).</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Pestizideinsatz in der Landwirtschaft</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse eines Fallbeispiels z. B. zur chemischen Schädlingsbekämpfung mit Pestizideinsatz (K12)</li> <li>• Erläuterung des Konflikts zwischen ökonomisch rentabler Umwelnutzung und Biodiversitätsschutz z. B. beim Einsatz von Pestiziden in der Landwirtschaft und Diskussion von Handlungsoptionen als Privatverbraucher (K14, B2, B5, B10) [2]</li> </ul>

Weiterführende Materialien und Bausteine des **Medienkonzepts Q1.5 GK:**



Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6091">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6091</a>	Abituraufgabe GK HT1 2021: Obst als Lebensraum Abituraufgabe GK HT3 2020: Interspezifische Beziehungen bei der Goldrute
2	<a href="https://www.leopoldina.org/uploads/tx_leopublication/2018_Diskussionspapier_Pflanzenschutzmittel.pdf">https://www.leopoldina.org/uploads/tx_leopublication/2018_Diskussionspapier_Pflanzenschutzmittel.pdf</a>	Diskussionspapier der Leopoldina mit umfangreichen Hintergrundinformationen



# UV Q1.6 GK Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen

## Inhaltsfeld 4: Ökologie

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
inhaltliche Aspekte	Schülerinnen und Schüler können...	<i>Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte</i>
<p><b><i>In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften durch Energiefluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbindung?</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz</li> </ul> <p>(ca. 2 Ustd.)</p>	<p>- analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5).</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Nahrungsbeziehungen und ökologischer Wirkungsgrad</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktivierung der Kenntnisse zu Nahrungsnetzen und Trophieebenen (→ SI) anhand der Betrachtung eines komplexen Nahrungsnetzes, Fokussierung auf die Stabilität artenreicher Netze und Hypothesenbildung zur begrenzten Anzahl an Konsumentenordnungen (S4)</li> <li>• Erläuterung der Bedeutung der einzelnen Trophieebenen in Stoffkreisläufen (→ IF Stoffwechselphysiologie)</li> <li>• Interpretation der Unterschiede der Stoffspeicherung u. des Stoffflusses in terrestrischen u. aquatischen Systemen anhand von Biomassepyramiden u. Produktionswertpyramiden (K5, E14)</li> <li>• Interpretation von grafischen Darstellungen zum Energiefluss in einem Ökosystem unter Berücksichtigung des ökologischen Wirkungsgrads der jeweiligen Trophieebene</li> <li>• Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der modellhaften Darstellungen (E12)</li> <li>• ggf. Anwendung der erworbenen Kenntnisse am Beispiel des Flächen- und Energiebedarfs für die Fleischproduktion auf Grundlage von Untersuchungsbefunden (E14) [1]</li> </ul>
<p><b><i>Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant?</i></b></p> <p>Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf</p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p>		<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Kohlenstoffkreislauf und Klimaschutz</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Darstellung der Austauschwege im Kohlenstoffkreislauf zwischen den Sphären der Erde (Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre, Biosphäre) [2,3]</li> </ul> <p>Unterscheidung von langfristigem und kurzfristigem Kohlenstoffkreislauf und Erläuterung der Umweltschädlichkeit von fossilen Energiequellen in Bezug auf die Erderwärmung (E14)</p>



<p><b>Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden?</b></p> <p>Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts</p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p>	<p>- 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).</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Aktuelle Debatte um den Einfluss des Menschen auf den Klimawandel</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Angeleitete Recherche zu den geografischen, zeitlichen und sozialen Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffekts sowie zu den beschlossenen Maßnahmen [4]</li> <li>• Entwicklung von Kriterien für die Bewertung der Maßnahmen unter Berücksichtigung der Dimensionen für globale Entwicklung (Umwelt, Soziales, Wirtschaft) sowie Abschätzung der Wirksamkeit der Maßnahmen (B4, B7, K14, B12)</li> </ul> <p>Erkennen der Grenzen der wissenschaftlichen Wissensproduktion und der Akzeptanz vorläufiger und hypothetischer Aussagen, die auf einer umfassenden Datenanalyse beruhen (E16)</p> <p><i>Ökologischer Fußabdruck</i></p>
--	--	---

### Weiterführende Materialien und Bausteine des Medienkonzepts Q1.6 GK:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://gdcp-ev.de/wp-content/tb2017/TB2017_186_Trauschke.pdf">https://gdcp-ev.de/wp-content/tb2017/TB2017_186_Trauschke.pdf</a>	frei zugänglicher Artikel von Matthias Trauschke zum Energieverständnis im Biologieunterricht am Beispiel ineffizienter Lebensmittelketten
2	<a href="https://www.max-wissen.de/max-hefte/geomax-22-kohlenstoffkreislauf/">https://www.max-wissen.de/max-hefte/geomax-22-kohlenstoffkreislauf/</a>	Geomax Heft 22, Titel: „Das sechste Element – Wie Forschung nach Kohlenstoff fahndet“.
3	<a href="https://www.max-wissen.de/max-media/klima-der-kohlenstoffkreislauf-max-planck-cinema/">https://www.max-wissen.de/max-media/klima-der-kohlenstoffkreislauf-max-planck-cinema/</a>	Informationsfilm zum Kohlenstoffkreislauf des Max-Planck-Instituts
4	<a href="https://www.bmu.de/themen/klimaschutz-anpassung/klimaanpassung/worum-geht-es">https://www.bmu.de/themen/klimaschutz-anpassung/klimaanpassung/worum-geht-es</a>	Informationen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz zu Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel.



# UV Q1.7 GK Informationsübertragung durch Nervenzellen

## Inhaltsfeld 2: Neurobiologie

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kern- lehrplans Schülerinnen und Schüler können...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen <i>Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte</i>
<p><b>Wie ermöglicht die Struktur eines Neurons die Aufnahme und Weitergabe von Informationen?</b></p> <p>Bau und Funktionen von Nervenzellen:</p> <p>Ruhepotenzial</p>	<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> </ul>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Das Neuron: Die spezialisierte Grundeinheit aller Nervensysteme</b> (→ SI, → EF)</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorstellung der strukturellen Merkmale einer Nervenzelle im Gegensatz zu den bisher bekannten Zelltypen (→ EF), hinsichtlich der Gliederung in Dendriten, Soma, Axon</li> <li>- Darstellung des Zusammenhangs von Struktur und Funktion [1]</li> <li>- Aufzeigen der Möglichkeiten und Grenzen eines Neuron-Modells, z. B. durch den Vergleich einer schematischen Abbildung mit Realaufnahmen von Nervenzellen</li> </ul> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Nervenzellen unter Spannung: Die Ionentheorie des Ruhepotenzials</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wiederholung der Transportmechanismen an Membranen (→ EF)</li> <li>- Klärung der Bedeutung der Ladungsverteilung an der Axonmembran unter Berücksichtigung des chemischen und elektrischen Potenzials, z. B. am Beispiel Gemeiner Kalmar (<i>Loligo vulgaris</i>)</li> <li>- Entwicklung von Hypothesen zur Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials und Erläuterung der Bedeutung von Natrium-Kalium-Ionenpumpen</li> </ul>



<p>Aktionspotenzial Potenzialmessungen</p> <p>Bau und Funktionen von Nervenzellen: Erregungsleitung</p> <p>(ca. 12 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14).</li>   <li>- vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an (S6, E1–3).</li> </ul>	<p><b>Auswertung eines Experiments zur Beeinflussung des Ruhepotenzials (z. B. USSING-Kammer: [2])</b></p> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Neuronen in Aktion: Schnelle und zielgerichtete Informationsweiterleitung</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ggf. Einstieg: Reaktionstest mit Lineal [3]</li> <li>- Erläuterung der Veränderungen der Ionenverteilung an der Membran beim Wechsel vom Ruhe- zum Aktionspotenzial, Phasen des Aktionspotenzials, korrekte Verwendung der Fachsprache</li> <li>- begründete Zuordnung von molekularen Vorgängen an der Axonmembran zu den passenden Kurven-Diagrammen (Potenzialmessung) [4, 5]</li> <li>- Auswertung eines Experiments zur Erforschung oder Beeinflussung des Aktionspotenzials, z. B. durch Blockade der spannungsgesteuerten Ionenkanäle</li> <li>- ggf. Vertiefung der Kenntnisse zur Informationsweiterleitung durch Bearbeitung der IQB-Aufgabe Schmerzen [6]</li> </ul> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Vergleich von sofortigem und langsam einsetzendem Schmerz</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- z. B. Beschreibung des Phänomens der unterschiedlich schnellen Schmerzwahrnehmung, Aufstellen einer Forschungsfrage und Hypothesenbildung [7]</li> <li>- z. B. modellgestützte Erarbeitung der beiden Erregungsleitungstypen und tabellarische Gegenüberstellung von schnellen A<math>\delta</math>-Fasern und langsameren C-Fasern [8]</li> <li>- Erarbeitung der zwei grundsätzlichen Möglichkeiten einer Steigerung der Weiterleitungsgeschwindigkeit, z. B. anhand einer Datentabelle: Erhöhung des Axondurchmessers (Bsp. <i>Loligo vulgaris</i>) oder Myelinisierung</li> </ul>
---	---	--

<p><b>Wie erfolgt die Informationsweitergabe zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese beeinflusst werden?</b></p> <p>Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse</p> <p>Stoffeinwirkung an Synapsen</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<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>Kontext:</i></p> <p><b>Funktionsweise von Synapsen und deren Beeinflussung (z. B.!!! durch Botox)</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modellhafte Darstellung der Funktionsweise einer chemischen Synapse und Überführung in eine andere Darstellungsform, z. B. Erklärfilm oder Fließschema [9]</li> <li>- Vertiefung der Funktion einer neuromuskulären Synapse durch Erarbeitung der Einwirkung von z. B. Botox, Berücksichtigung von Messwerten an einer unbehandelten und einer behandelten Synapse</li> </ul> <p>Zuordnung des möglichen Wirkortes verschiedener exogener Stoffen an der Synapse, etwa am Beispiel der Conotoxine [10]; Ergänzung des Erklärfilms oder Fließschemas</p> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>z. B.!!!! Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- z. B. Vorstellung der Wirkungsweise des Cannabinoids THC</li> </ul> <p>Hinweis: Da die konkretisierte Kompetenzerwartung dem Kompetenzbereich Bewertung zugeordnet ist, soll auf eine detaillierte Darstellung der molekularen Wirkungsweise von Cannabis verzichtet werden. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellungnahme.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können [11, 12, 13]</li> </ul> <p>Hinweis: Neben den übergeordneten Kompetenzerwartungen B5–9 bietet es sich hier an, [14], ggf. weitere Bewertungskompetenzen in den Blick zu nehmen.</p>
---	---	---

### Weiterführende Materialien und Bausteine des Medienkonzepts Q1.7 GK:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8273">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8273</a>	Arbeitsmaterial „Bau und Funktion von Neuronen“



2	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8268">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8268</a>	Arbeitsmaterial „Ruhepotenzial - Theoretische Modellexperimente (Ussing-Kammer)“
3	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6081">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6081</a>	Zusatzmaterial „Experiment Reaktionstest“
4	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366</a>	Arbeitsmaterial „Entstehung eines Aktionspotenzials“
5	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6082">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6082</a>	Zusatzmaterial „Aktionspotenzial“
6	<a href="https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/get-TaskFile?id=p10^SchmerzN^f20767">https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/get-TaskFile?id=p10^SchmerzN^f20767</a>	IQB-Aufgabe „Schmerz“: grundlegendes Niveau (M1 und M3)
7	<a href="https://www.dasgehirn.info/krankheiten/schmerz/wie-schmerz-ins-gehirn-gelangt">https://www.dasgehirn.info/krankheiten/schmerz/wie-schmerz-ins-gehirn-gelangt</a>	Informationen zur Schmerzwahrnehmung
8	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366</a>	Arbeitsmaterial zur Erregungsweiterleitung
9	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5369">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5369</a>	Arbeitsmaterial zur Funktionsweise einer chemischen Synapse
10	<a href="https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/get-TaskFile?id=p01^giftcocktailmeeresschnecke^f21794">https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/get-TaskFile?id=p01^giftcocktailmeeresschnecke^f21794</a>	IQB-Aufgabe „Giftcocktail von Meeresschnecken“
11	<a href="https://www.ndr.de/ratgeber/gesundheit/Cannabis-Wirksames-Medikament-bei-chronischen-Schmerzen,cannabis212.html">https://www.ndr.de/ratgeber/gesundheit/Cannabis-Wirksames-Medikament-bei-chronischen-Schmerzen,cannabis212.html</a>	Informationen und kurzer Film zu Cannabis in der Schmerztherapie
12	<a href="https://www.kssg.ch/schmerzzentrum/fuer-patienten-besucher/faq-cannabis-der-schmerztherapie">https://www.kssg.ch/schmerzzentrum/fuer-patienten-besucher/faq-cannabis-der-schmerztherapie</a>	FAQ des Kantonsspitals St. Gallen zur Schmerztherapie mit Cannabis
13	<a href="https://www.bfarm.de/SharedDocs/Downloads/DE/Bundesopiumstelle/Cannabis/Vortrag_Cannabis_Begleiterhebung.pdf?__blob=publicationFile">https://www.bfarm.de/SharedDocs/Downloads/DE/Bundesopiumstelle/Cannabis/Vortrag_Cannabis_Begleiterhebung.pdf?__blob=publicationFile</a>	Hintergrundinformationen zu Cannabis als Medizin aus der Begleiterhebung zum Gesetz von 2017

14	<a href="https://www.igb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getPool-File?id=p01^pf21740">https://www.igb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getPool-File?id=p01^pf21740</a>	Erläuterungen des IQB zum Kompetenzbereich Bewertung
----	---	--



# UV Q2.1 GK DNA – Speicherung und Expression genetischer Information

## Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kern- lehrplans Schülerinnen und Schüler können...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen  <i>Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte</i>
<p><b>Wie wird die identische Verdopplung der DNA vor einer Zellteilung gewährleistet?</b></p> <p>Speicherung und Realisierung genetischer Information: Bau der DNA, semikonservative Replikation, Transkription, Translation</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<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> </ul>	<p><i>Kontext:</i> <b>Zellteilungen der Zygote nach Befruchtung</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau der DNA (→ Sek I, → EF), Erstellung eines Baustein-Modells zur Erklärung der Struktur der DNA [1; 4]</li> <li>- Hypothesengeleitete Auswertung des MESELSON-STRAHL-Experimentes zur Erklärung des Replikationsmechanismus und Erläuterung der experimentellen Vorgehensweise [2]</li> <li>- Erklärung der Eigenschaften und Funktionen ausgewählter Enzyme (DNA-Polymerase, DNA-Ligase) für die Prozesse in der Zelle z. B. anhand eines Erklärvideos</li> <li>- Erläuterung des Energiebedarfs bei der DNA-Replikation etwa aufgrund der Desoxynukleosid-Triphosphate als Bausteine für die DNA-Polymerase (Bezug zum Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung)</li> </ul>
<p><b>Wie wird die genetische Information der DNA zu Genprodukten bei Prokaryoten umgesetzt?</b></p>	<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>-</li> </ul>	<p><i>Kontext:</i> <b>Modellorganismus Bakterium: Erforschung der Proteinbiosynthese an Prokaryoten</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau von Proteinen (→ EF) und Erarbeitung des Problems der Codierung bzw. Decodierung von Informationen auf DNA-Ebene, RNA-Ebene und Proteinebene (Bezug zum Basiskonzept Information und Kommunikation und auch Struktur und Funktion)</li> </ul>



<p>(ca. 6 Ustd.)</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erstellung eines Fließschemas zum grundsätzlichen Ablauf der Proteinbiosynthese (<math>\rightarrow</math> SI) unter Berücksichtigung der DNA-, RNA-, Polypeptid- und Proteinebene zur Strukturierung der Informationen</li> <li>- Erläuterung des Ablaufs der Transkription z. B. anhand einer Animation (<a href="#">Eigenschaften und Funktionen der RNA-Polymerase, Erkennen der Transkriptionsrichtung</a>) unter Anwendung der Fachsprache</li> <li>- Erläuterung des Vorgangs der Translation ausgehend von unterschiedlichen modellhaften Darstellungen und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modelle unter Berücksichtigung gemeinsam formulierter Kriterien</li> <li>- Erarbeitung der Eigenschaften des genetischen Codes und Anwendung der Code-sonne unter Rückbezug auf das erstellte Fließschema [ggf. 3]</li> <li>- Berücksichtigung des Energiebedarfs der Proteinbiosynthese (Bezug zum Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung)</li> <li>- Begründung der Verwendung des Begriffs Genprodukt anhand der Gene für tRNA und rRNA</li> </ul>
<p><b>Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen bei der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten?</b></p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8).</li> </ul>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Transkription und Translation bei Eukaryoten</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktivierung von Vorwissen zu Kompartimentierung und Organellen (<math>\rightarrow</math> EF) und Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zum Ablauf der Proteinbiosynthese bei Eukaryoten</li> <li>- Erläuterung modellhafter Darstellungen der Genstruktur (Exons/Introns), Prozessierung der prä-mRNA zur reifen mRNA sowie alternatives Spleißen, posttranslationale Modifikation</li> <li>- Erstellung einer kriteriengeleiteten Tabelle zum Vergleich der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten</li> <li>- Reflexion der größeren Komplexität der Prozesse bei eukaryotischen Zellen im Zusammenhang mit der Kompartimentierung sowie der Differenzierung von Zellen und Geweben (Basiskonzept Struktur und Funktion, Stoff- und Energieumwandlung)</li> </ul>

<p><b>Wie können sich Veränderungen der DNA auf die Genprodukte und den Phänotyp auswirken?</b></p> <p>Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Genmutationen</p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8).</li> </ul>	<p><i>Kontext:</i>  <b>Resistenzen bei Eukaryoten (z. B. Herzglykosid-Resistenz beim Monarchfalter) [5]</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktivierung von Vorwissen zu Genommutationen, Chromosomenmutationen (→Sek I, → EF)</li> <li>- Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zur Ursache der Resistenz unter Berücksichtigung der verschiedenen Systemebenen (molekulare Ebene bis Ebene des Organismus)</li> <li>- Ableitung der verschiedenen Typen von Genmutationen unter Berücksichtigung der molekularen Ebenen (DNA, RNA, Protein) sowie der phänotypischen Auswirkungen auf Ebene der Zelle bzw. des Organismus (Einbezug der Basiskonzepte Struktur und Funktion und Information und Kommunikation)</li> <li>- Reflexion der Ursache-Wirkungsbeziehungen unter sprachsensiblen Umgang mit funktionalen und kausalen Erklärungen</li> <li>- Alternativer Kontext: Antibiotika-Resistenz bei Bakterien</li> </ul>
<p><b>Wie wird die Genaktivität bei Eukaryoten gesteuert?</b></p> <p>Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten:  Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung</p> <p>(ca. 7 Ustd.)</p>	<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>	<p><i>Kontext:</i>  <b>Körperzellen: gleiches Erbgut – unterschiedliche Differenzierung</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erkennen der unterschiedlichen Protein- und RNA-Ausstattung verschiedener menschlicher Zelltypen und Begründung der Phänomene durch zellspezifische Regulation der Genaktivität</li> <li>- Erläuterung der Bedeutung von allgemeinen und spezifischen Transkriptionsfaktoren für die Transkriptionsrate und der zellspezifischen Reaktion auf extrazelluläre Signale wie etwa Myostatin zur Regulation des Muskelwachstums (Basiskonzept Steuerung und Regelung)</li> <li>- Erstellung von Modellen zur Bedeutung epigenetischer Marker (DNA-Methylierung) und kriteriengeleitete Diskussion der Modellierungen [ggf. 6]</li> <li>- Reflexion des Zusammenspiels der verschiedenen Ebenen der Genregulation bei Eukaryoten unter Bezügen zu den Basiskonzepten Stoff- und Energieumwandlung sowie Steuerung und Regelung</li> </ul>

Weiterführende Materialien und Bausteine des **Medienkonzepts Q2.1 GK:**



Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt3.html">http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt3.html</a>	Das Unterrichtsmaterial „GENial einfach!“ wurde in Abstimmung mit Wissenschaftlern des Nationalen Genomforschungsnetzes (NGFN) sowie Didaktikern und Lehrkräften erstellt. Zu jedem Modul gibt es Arbeitsblätter mit Abbildungen und Aufgaben. Die Druckvorlagen der Arbeitsblätter sind komplett gestaltet. Jedes Modul schließt mit einer gestalteten Lernkontrolle – ebenfalls als PDF-Datei – ab.“
2	<a href="http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt4.html">http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt4.html</a>	
3	<a href="http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt5.html">http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt5.html</a>	
4	<a href="https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/UnterrichtSekII/nawi_allg/biologie">https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/UnterrichtSekII/nawi_allg/biologie</a>	IQB-Seite mit Lernaufgaben: Aufgabe „DNA-Modelle“ bietet Material zur Erkenntnisgewinnungskompetenz in Bezug auf verschiedene Modelldarstellungen zur DNA
5	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6078">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6078</a>	Am Beispiel der Ouabain-Resistenz beim Monarchfalter sind in diesem Zusatzmaterial Sachinformationen für Lehrkräfte, Aufgaben- und Lösungsvorschläge für Schülerinnen und Schüler für GK und LK zusammengestellt. Für den Einsatz im LK wird darauf aufbauend eine Anwendung der PCR zur Untersuchung von Mutationen und zur Analyse von artspezifischen Exon-Intron-Strukturen vorgestellt.
6	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=xshPL5hU0Kg&amp;t=104s">https://www.youtube.com/watch?v=xshPL5hU0Kg&amp;t=104s</a>	Max-Planck-Video Epigenetik

## UV Q2.2 GK Humangenetik und Genterapie

### Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kern- lehrplans Schülerinnen und Schüler können...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen <i>Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte</i>
<p><b>Welche Bedeutung haben Familienstammbäume für die genetische Beratung betroffener Familien?</b></p> <p>Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Genterapie</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</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> </ul>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Ablauf einer Familienberatung bei genetisch bedingten Erkrankungen</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktivierung von Vorwissen zur Analyse verschiedener Erbgänge anhand des Ausschlussverfahrens (→ EF)</li> <li>- Reflexion der gewonnenen Erkenntnisse und Begründung der Anwendung von Gentests zur Verifizierung der Ergebnisse</li> <li>- Entwicklung von Handlungsoptionen im Beratungsprozess und Abwägen der Konsequenzen für die Betroffenen</li> <li>- ggf. Einsatz ergänzender Materialien zu genetischer Beratung [1]</li> </ul>
<p><b>Welche ethischen Konflikte treten im Zusammenhang mit genterapeutischen Behandlungen beim Menschen auf?</b></p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bewerten Nutzen und Risiken einer Genterapie beim Menschen (S1, K14, B3, B7–9, B11).</li> </ul>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Monogene Erbkrankheiten (z. B. Mukoviszidose)</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Beschreibung der Unterschiede zwischen somatischer Genterapie und Keimbahntherapie beim Menschen bei Unterscheidung deskriptiver und normativer Aussagen</li> <li>- Ableitung von Nutzen und Risiken bei somatischer Genterapie und Keimbahntherapie für Individuum und Gesellschaft, Aufstellen von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen</li> <li>- Reflexion des Bewertungsprozesses aus persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Perspektive</li> </ul>



## Weiterführende Materialien und Bausteine des Medienkonzepts Q2.2 GK:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul3_arbeitsblatt2.html">http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul3_arbeitsblatt2.html</a>	Das Unterrichtsmaterial „GENial einfach!“ wurde in Abstimmung mit Wissenschaftlern des Nationalen Genomforschungsnetzes (NGFN) sowie Didaktikern und Lehrkräften erstellt. Zu jedem Modul gibt es Arbeitsblätter mit Abbildungen und Aufgaben. Die Druckvorlagen der Arbeitsblätter sind komplett gestaltet. Jedes Modul schließt mit einer gestalteten Lernkontrolle – ebenfalls als PDF-Datei – ab.



# UV Q2.3 Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie

## Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Schülerinnen und Schüler können...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen <i>Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte</i>
<p><b>Wie lassen sich Veränderungen im Genpool von Populationen erklären?</b></p> <p>Synthetische Evolutionstheorie: Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift</p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p>	<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>-</li> </ul>	<p><i>Kontext:</i> <b>Schnabelgrößen bei Populationen von Vögeln (z. B. beim Mittleren Grundfink oder Purpurastrilden)</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Formulierung von Fragen zur Entwicklung der Merkmalsverteilung bei den Schnabelgrößen und Ableitung von Hypothesen zu den möglichen Ursachen</li> <li>- Erklärung der Variation durch Mutation und Rekombination und der Verschiebung der Merkmalsverteilung in der Population durch Selektion</li> <li>- Analyse der Bedeutung von Zufallsereignissen wie Gendrift und ihrem Einfluss auf die Allelvielfalt von Populationen</li> <li>- Erläuterung der Zusammenhänge zwischen den Veränderungen von Merkmalsverteilungen auf phänotypischer Ebene und den Verschiebungen von Allelfrequenzen auf genetischer Ebene unter Berücksichtigung ultimativer und proximativer Ursachen und der Vermeidung finaler Begründungen</li> </ul>
<p><b>Welche Bedeutung hat die reproduktive Fitness für die Entwicklung von Anpassungen?</b></p> <p>Synthetische Evolutionstheorie: adaptiver Wert von Verhalten, Kosten-Nutzen-Analyse, reproduktive Fitness</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- erläutern die Anpassbarkeit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8).</li> </ul>	<p><i>Kontext:</i> <b>Abtransport leerer Eierschalen in Lachmöwenkolonien (TINBERGEN-Experiment)</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Formulierung von Fragen zur Entwicklung des Verhaltens in Lachmöwen-Kolonien und Ableitung von Hypothesen unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse [1]</li> <li>- Erläuterung des adaptiven Wertes von Verhalten unter Einbezug der reproduktiven Fitness und Berücksichtigung der Umweltbedingungen. Berücksichtigung proximativer und ultimativer Ursachen und Vermeidung finaler Begründungen [1]</li> </ul>



(ca. 2 Ustd.)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reflexion der verwendeten Fachsprache im Hinblick auf die Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen</li> </ul>
<p><b>Wie kann die Entwicklung von angepassten Verhaltensweisen erklärt werden?</b></p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8).</li> </ul>	<p><i>Kontext:</i>  <b>Abtransport leerer Eierschalen in Lachmöwenkolonien (TINBERGEN-Experiment)</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Formulierung von Fragen zur Entwicklung des Verhaltens in Lachmöwen-Kolonien und Ableitung von Hypothesen unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse [1]</li> <li>- Erläuterung des adaptiven Wertes von Verhalten unter Einbezug der reproduktiven Fitness und Berücksichtigung der Umweltbedingungen. Berücksichtigung proximaler und ultimer Ursachen und Vermeidung finaler Begründungen [1]</li> <li>- Reflexion der verwendeten Fachsprache im Hinblick auf die Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen</li> </ul>
<p><b>Wie lässt sich die Entstehung von Sexualdimorphismus erklären?</b></p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8).</li> </ul>	<p><i>Kontext:</i>  <b>Rothirsch-Geweih und Pfauenrad</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zum Sexualdimorphismus</li> <li>- Erläuterung der intrasexuellen und intersexuellen Selektion mithilfe einer Kosten-Nutzen-Analyse sowie der reproduktiven Fitness unter Vermeidung finaler Begründungen</li> <li>- Reflexion der Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen sowie der Berücksichtigung ultimer und proximaler Ursachen</li> </ul>

<p><b>Welche Prozesse laufen bei der Koevolution ab?</b></p> <p>Synthetische Evolutionstheorie: Koevolution</p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <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>Kontext:</i></p> <p><b>Orchideen-Schwärmer und Stern von Madagaskar (Bestäuber-Blüte-Koevolution)</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anwendung der Synthetischen Evolutionstheorie auf das System Bestäuber-Blüte unter Berücksichtigung der jeweiligen Selektionsvorteile und Selektionsnachteile für die beiden Arten sowie Vermeidung finaler Begründungen</li> <li>- Ableitung einer Definition für Koevolution und Erläuterung verschiedener koevolutiver Beziehungen unter Berücksichtigung ultimativer und proximater Ursachen und Vermeidung finaler Aussagen</li> </ul> <p>Zusammenfassung der Erklärungsansätze für evolutive Prozesse auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung der Fachsprache</p>
--	---	--

### Weiterführende Materialien und Bausteine des Medienkonzepts Q2.3 GK:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6079">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6079</a>	<p>Dieses Zusatzmaterial beinhaltet Sachinformationen für die Lehrkraft sowie einen Entwurf für ein mögliches Vorgehen im Unterricht basierend auf den Verhaltensexperimenten bei Lachmöwen der Gruppe von N. TINBERGEN.</p>



## UV Q2.4 GK Stammbäume und Verwandtschaft

### Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kern- lehrplans Schülerinnen und Schüler können...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen  <i>Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte</i>
<p><b>Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen?</b></p> <p>Stammbäume und Verwandtschaft: Artbildung, Biodiversität, populationsgenetischer Artbegriff, Isolation</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<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> </ul>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Vielfalt der Finken auf den Galapagos-Inseln</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zur Evolution der Darwin-Finken unter Verwendung der Fachsprache</li> <li>- Erläuterung der adaptiven Radiation der Finkenarten auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung des Konzepts der ökologischen Nische sowie der Vernetzung verschiedener Systemebenen</li> <li>- Ableitung des morphologischen, biologischen und populationsgenetischen Artbegriffs und Anwendung auf Prozesse der allopatrischen und sympatrischen Artbildung</li> <li>- Erläuterung der Bedeutung prä- und postzygotischer Isolationsmechanismen</li> <li>- Reflexion der ultimatsten und proximatsten Ursachen für Artwandel und Artbildung und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der genutzten Modelle</li> </ul>
<p><b>Welche molekularen Merkmale deuten auf eine phylogenetische Verwandtschaft hin?</b></p> <p>molekularbiologische Homologien, ursprüngliche und abgeleitete Merkmale</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8).</li> </ul>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Universalhomologien und genetische Variabilität – ein Widerspruch?</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ableitung der molekularen Ähnlichkeiten aller Lebewesen auf DNA-, RNA- und Proteinebene sowie in Bezug auf grundsätzliche Übereinstimmungen bei der Proteinbiosynthese</li> <li>- Deutung molekularbiologischer Homologien bei konservierten Genen einerseits und sehr variablen Genen andererseits bei Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen</li> </ul>



(ca. 3 Ustd.)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ableitung phylogenetischer Verwandtschaften auf Basis des Sparsamkeitsprinzips und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen</li> </ul>
<p><b>Wie lässt sich die phylogenetische Verwandtschaft auf verschiedenen Ebenen ermitteln, darstellen und analysieren?</b></p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- analysieren phylogenetische Stammbäume im Hinblick auf die Verwandtschaft von Lebewesen und die Evolution von Genen (S4, E2, E10, E12, K9, K11).</li> </ul>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Ein ausgestorbenes Säugetier mit ungewöhnlichen Merkmalen: Macrauchenia</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zur Verwandtschaft von Macrauchenia mit rezenten Wirbeltieren bzw. Huftieren auf der Basis morphologischer Vergleiche [1]</li> <li>- Deutung der molekularen Ähnlichkeiten des Kollagens und Analyse des phylogenetischen Stammbaums unter Berücksichtigung möglicher Fehlerquellen</li> <li>- Erläuterung der Verwendung morphologischer und molekularer Daten zur Erstellung von Stammbäumen und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen</li> </ul> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Vielfalt einer Genfamilie (z. B. Hämoglobin-Gene)</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Darstellung der molekularen Ähnlichkeiten auf DNA- und Proteinebene</li> <li>- Erklärung der Entstehung einer Genfamilie ausgehend von Genduplikationen und unabhängiger Entwicklung der einzelnen Genvarianten</li> </ul> <p>Diskussion der Evolution von Genfamilien anhand von Gen-Stammbäumen und Abgrenzung zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen</p>

<p><b>Wie lassen sich konvergente Entwicklungen erkennen?</b></p> <p>(ca. 3 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8).</li> <li>-</li> </ul>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Wiederholt sich die Evolution? – Unabhängige Mutationen (z. B. in Myoglobin-Genen [2])</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Deutung der Übereinstimmungen im Hinblick auf die phylogenetische Verwandtschaft von Arten auf der einen Seite und den unabhängig voneinander entstandenen Mutationen auf der anderen Seite</li> <li>- Reflexion des Phänomens konvergenter Entwicklungen unter Einbezug der Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels (Basiskonzept Individuelle und evolutive Entwicklung)</li> </ul>
<p><b>Wie lässt sich die Synthetische Evolutionstheorie von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen abgrenzen?</b></p> <p><i>Synthetische Evolutionstheorie: Abgrenzung von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen</i></p> <p>(ca. 2 Ustd.)</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>Kontext:</i></p> <p>Intelligent Design – eine Pseudowissenschaft</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erläuterung der Merkmale naturwissenschaftlicher Theorien unter Berücksichtigung der Evidenzbasierung sowie Begründung der Einordnung des Intelligent Design als Pseudowissenschaft</li> <li>- Reflexion der verschiedenen Betrachtungsweisen evolutiver Prozesse durch Religion, Philosophie und Naturwissenschaften unter Berücksichtigung der Intentionen der jeweiligen Quellen</li> </ul>

### Weiterführende Materialien und Bausteine des Medienkonzepts Q2.4 GK:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6092">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6092</a>	<p>In diesem Zusatzmaterial sind Sachinformationen für Lehrkräfte zur Evolution der vor etwa 10 000 Jahren ausgestorbenen Gattung <i>Macrauchenia</i> zusammengefasst, deren systematische Zugehörigkeit durch molekulare Analysen ermittelt werden konnte.</p>

2	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6077">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6077</a>	Dieses Zusatzmaterial erläutert durch Sachinformationen für Lehrkräfte, wie ausgehend von einer vorliegenden Klausuraufgabe die konvergente Entwicklung molekularer Anpasstheiten im Unterricht erarbeitet werden kann
---	---	--



# Leistungskurse

## UV Q1.1 LK Energieumwandlung in lebenden System Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie

<b>Sequenzierung:</b>  <b>Fragestellungen</b>  inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b>  Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>  <i>Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte</i>
<p><b>Wie wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in nutzbare Energie um?</b>                      Energieumwandlung                      Energieentwertung                      Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel                      ATP-ADP-System                      Stofftransport zwischen den Kompartimenten</p> <p>Chemiosmotische ATP-Bildung</p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<p>vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11).</p>	<p><b>Kontext:</b>  <b>Leben und Energie – Lebensvorgänge in Zellen können nur mit Energiezufuhr ablaufen.</b></p> <p><b>Zentrale Unterrichtssituationen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktivierung des Vorwissens zur Energieumwandlung in lebenden Systemen (→EF), insbesondere: Zusammenhang von abbauendem und aufbauendem Stoffwechsel, energetische Kopplung von Reaktionen, Bedeutung der Moleküle NADH+H<sup>+</sup> und ATP</li> <li>• Erarbeitung des Modells eines technischen Kraftwerks (z.B. Pumpspeicherkraftwerk) zur Verdeutlichung der Energieumwandlung, dabei Aktivierung von Vorwissen zum Energieerhaltungssatz (→ Physik Sek I) [1]</li> <li>• Erarbeitung der Funktionsweise des Transmembranproteins ATP-Synthase in lebenden Systemen [1]</li> <li>• Übertragung der Modellvorstellung des Pumpspeicherkraftwerkes auf die Zelle: Die elektrische Energie entspricht der chemischen Energie des ATP. Die Turbine entspricht der ATP-Synthase. Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen von Modellen (E12) [2]</li> <li>• Vernetzung und Ausblick: Benennung der Mitochondrien und Chloroplasten als Orte der membranbasierten Energieumwandlung in eukaryotischen Zellen. Aufstellen von Vermutungen zur Energiequelle für die Aufrechterhaltung des Protonengradienten in Chloroplasten (Lichtenergie) und Mitochondrien (chemische Energie aus der Oxidation von Nährstoffen)</li> </ul>

Weiterführende Materialien und Bausteine des **Medienkonzepts Q1.1 LK:**



Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6085">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6085</a>	Arbeitsmaterial zu den Grundlagen der ATP-Bildung in Zellen unter Berücksichtigung des Vorwissens aus der Einführungsphase und der Modellierung einer Energieumwandlung im Pumpspeicherkraftwerk
2	<a href="https://www.chemie-schule.de/KnowHow/Chemiosmotische_Kopplung">https://www.chemie-schule.de/KnowHow/Chemiosmotische_Kopplung</a>	Anschauliche Erklärung des Grundprinzips der chemiosmotischen Kopplung

## UV Q1.2 LK Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen

### Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
inhaltliche Aspekte	Schülerinnen und Schüler können...	<i>Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte</i>
<p><b>Wie kann die Zelle durch den schrittweisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen?</b></p> <p>Feinbau Mitochondrium Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäure-zyklus und Atmungskette Energetisches Modell der Atmungskette Redoxreaktionen</p>	<p>stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben und anaeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9),</p> <p>vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11).</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Keine Power ohne Nahrung – Bei heterotrophen Organismen ist die ATP-Synthese an die Oxidation von Nährstoffmolekülen gekoppelt [1]</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktivierung des Vorwissens zum Feinbau von Mitochondrien und Skizze eines Schaubildes mit den wesentlichen Schritten der Zellatmung und deren Verortung in Zellkompartimenten. Sukzessive Ergänzung des Schaubildes im Verlauf des Unterrichts (K9)</li> <li>• Beschreibung der Glykolyse als ersten Schritt des Glucoseabbaus, dabei Fokussierung auf die Entstehung von Energie- und Reduktionsäquivalenten sowie die Oxidation zu Pyruvat als Endprodukt der Glykolyse</li> <li>• Beschreibung des oxidativen Abbaus von Pyruvat zu Kohlenstoffdioxid in den Mitochondrien durch oxidative Decarboxylierung und die Prozesse im Tricarbonsäurezyklus, dabei Fokussierung auf die Reaktionen, in denen Reduktionsäquivalente und ATP gebildet werden</li> </ul>



<p>(ca. 8 Ustd)</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufstellung einer Gesamtbilanz aus den ersten drei Schritten und Abgleich mit der Bruttogleichung der Zellatmung</li> </ul> <p>Hinweis: Strukturformeln der Zwischenprodukte müssen nicht reproduziert werden können.</p> <p><i>Kontext:</i> <b>Knallgasreaktion in den Mitochondrien?</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Demonstration der stark exergonischen Knallgasreaktion (ggf. Video) und Aufstellung der Reaktionsgleichung, Hypothesenbildung zum Ablauf der analogen Reaktion in den Mitochondrien</li> <li>• Vertiefung des Feinbaus von Mitochondrien bezüglich der Proteinausstattung der inneren Mitochondrienmembran</li> <li>• Veranschaulichung der Redoxreaktionen und des Gefälles der Redoxpotenziale in einem energetischen Modell der Atmungskette (E12)</li> <li>• Analyse der Bedeutung der Verfügbarkeit von Sauerstoff als Endakzeptor der Elektronen und NADH+H<sup>+</sup> als Elektronendonator zur Aufrechterhaltung des Protonengradienten</li> <li>• Vervollständigung des Schaubilds und Aufstellen einer Gesamtbilanz der Zellatmung (K9)</li> <li>• fakultative Vertiefung weiterer kataboler Reaktionswege, die für den Energiestoffwechsel relevant sind: Oxidation anderer Nährstoffe sowie Abbau eigener Körpersubstanz, Tricarbonsäurezyklus als Stoffwechselfeldscheibe</li> </ul>
<p><b>Welche Bedeutung haben Gärungsprozesse für die Energiegewinnung?</b></p> <p>Alkoholische Gärung und Milchsäuregärung</p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p>	<p>stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter <b>aeroben und anaeroben</b> Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9),</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>PASTEUR-Effekt: Höherer Glucoseverbrauch von Hefezellen unter anaeroben Bedingungen</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problematisierung der Auswirkungen von Sauerstoffmangel auf die Glykolyse: Regeneration des NAD<sup>+</sup> bleibt aus (fehlender Endakzeptor für Elektronen in der Atmungskette)</li> <li>• Erläuterung der Stoffwechselreaktionen der alkoholischen Gärung und Milchsäuregärung und deren Bedeutung für die Regeneration von NAD<sup>+</sup></li> <li>• Verwendung geeigneter Darstellungsformen für den stofflichen und energetischen Vergleich der behandelten Stoffwechselwege (K9)</li> <li>• ggf. Vertiefung: Vergleich der Prozesse bei fakultativen und obligaten Anaerobiern</li> </ul>
<p><b>Wie beeinflussen Nahrungsergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel?</b></p>	<p>erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels (S7, E1–4, E11, E12),</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Mikronährstoffpräparate beim Sport – Lifestyle oder notwendige Ergänzung?</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p>



Stoffwechselregulation auf Enzymebene (ca. 6 Ustd.)	- nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1–4, B5, B7, B9)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reaktivierung des Vorwissens zu enzymatischen Reaktionen und der Enzymregulation durch Aktivatoren und Inhibitoren (→EF)</li> <li>- Anwendung des Konzepts der enzymatischen Regulation auf ausgewählte enzymatische Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels (z.B. Feedbackhemmung der Phosphofruktokinase) (E12)</li> <li>- Reaktivierung der Kenntnisse zu Cofaktoren am Beispiel von Mineralstoff- oder Vitaminpräparaten als Nahrungsergänzungsmittel (NEM) [2,3]</li> <li>- angeleitete Recherche zu NEM beim Sport, hierbei besondere Fokussierung auf Quellenherkunft und Intention der Autoren (K4) [4]</li> </ul> <p>Bewertungsprozess: Abwägung von Handlungsoptionen und kriteriengeleitete Meinungsbildung sowie Entscheidungsfindung (B9) [5]</p>
--	---	--

### Weiterführende Materialien und Bausteine des Medienkonzepts Q1.2 LK:

Nr	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6086">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6086</a>	In dieser alternativen Unterrichtssequenz werden die gleichen Inhaltlichen Schwerpunkte und konkretisierten Kompetenzerwartungen des KLP angesteuert, jedoch wird mit der Erarbeitung der Vorgänge in der Atmungskette in die Zellatmung eingestiegen.
2	<a href="http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/8/bc/vlu/biokatalyse_enzyme/cofaktoren.vlu/Page/vsc/de/ch/8/bc/biokatalyse/vitamine_coenzyme.vscml.html">http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/8/bc/vlu/biokatalyse_enzyme/cofaktoren.vlu/Page/vsc/de/ch/8/bc/biokatalyse/vitamine_coenzyme.vscml.html</a>	Tabellarische Übersicht der Vitamine, die als Coenzyme im Energiestoffwechsel relevant sind
3	<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.)
4	<a href="https://www.klartext-nahrungsergaenzung.de">https://www.klartext-nahrungsergaenzung.de</a> <a href="https://www.klartext-nahrungsergaenzung.de/produkte/sport">https://www.klartext-nahrungsergaenzung.de/produkte/sport</a>	Unabhängige und informative Seite der Verbraucherzentrale zu Nahrungsergänzungsmitteln, z.B. im Sport
5	<a href="https://www.verbraucherzentrale.de/ernaehrungskompetenzen-im-sport">https://www.verbraucherzentrale.de/ernaehrungskompetenzen-im-sport</a>	Seminarbausteine der Verbraucherzentrale Sachsen. Modul 6 beinhaltet umfassende Informationen, eine PPT-Präsentation und Arbeitsblätter zum Thema Nahrungsergänzungsmittel im Sport.

## UV Q1.3 LK Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie



<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> <i>Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte</i>
<p><b>Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von Pflanzen abhängig?</b></p> <p>Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p>- analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11),</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Solarenergie sichert unsere Ernährung – Pflanzen sind Selbstversorger und Primärproduzenten</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reaktivierung der Bruttogleichung der Fotosynthese (→ SI) und Beschreibung der Stärke- und Sauerstoffproduktion als ein Maß für die Fotosyntheseaktivität</li> <li>- Messung der Sauerstoffproduktion bei der Wasserpest, z. B. mithilfe einer Farbreaktion [1] oder bei Efeu [2], dabei Variation der äußeren Faktoren und Berücksichtigung der Variablenkontrolle (E6)</li> </ul> <p>Auswertung der Ergebnisse, Abgleich mit Literaturwerten und Rückbezug auf Hypothesen (E 9–11)</p>
<p><b>Welche Blattstrukturen sind für die Fotosynthese von Bedeutung?</b></p> <p>Funktionale Anpassungen: Blatt-aufbau</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p>- erklären funktionale Anpassungen an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4, S5, S6, E3, K6–8),</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Stärkenachweis in panaschierten Blättern – Die Fotosynthese findet nur in grünen Pflanzenteilen statt</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reaktivierung der Kenntnisse zum Aufbau eines Laubblatts (→EF), Erläuterung der morphologischen Strukturen, die für die Fotosyntheseaktivität von Landpflanzen bedeutend sind</li> <li>- Erläuterung von Struktur-Funktions-Zusammenhängen für unterschiedliche Gewebe im schematischen Blattquerschnitt, dabei Berücksichtigung der Versorgung fotosynthetisch aktiver Zellen mit Kohlenstoffdioxid, Wasser und Lichtenergie</li> <li>- Mikroskopie eines Abziehpräparats der unteren Blattepidermis und Hypothesenbildung zur Regulation des Gasaustausches und der Transpiration durch Schließzellen [3]</li> <li>- Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zu Anpassungen von Sonnen- und Schattenblättern (E3), Auswertung von Daten zur Fotosyntheserate</li> <li>- ggf. Korrektur finaler Erklärungen der Anpassungen (K7)</li> </ul>

<p><b>Welche Funktionen haben Fotosynthesepigmente?</b></p> <p>Funktionale Anpassungen: Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, Lichtsammelkomplex, Feinbau Chloroplast Chromatografie</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13),</li> </ul>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Der ENGELMANN-Versuch – Die Fotosyntheseleistung ist abhängig von der Wellenlänge des Lichts</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Auswertung des ENGELMANN-Versuchs und Erklärung des ungleichmäßigen Bakterienwachstums entlang der fädigen Alge [4]</li> <li>- Herstellen eines Zusammenhangs zwischen dem Absorptionsspektrum einer Rohchlorophylllösung und dem Wirkungsspektrum der Fotosynthese</li> <li>- Sachgemäße Durchführung der DC-Chromatografie und Identifikation der Pigmente [5] (E4)</li> <li>- Beschreibung des Aufbaus der Reaktionszentren in der Thylakoidmembran von Chloroplasten</li> <li>- Erläuterung der Funktionsweise von Lichtsammelkomplexen und ihrer Organisation zu Photosystemen unter Verwendung von Modellen</li> </ul> <p>Reflexion des Erkenntnisgewinnungsprozesses (z.B. Einsatz analytischer Verfahren, historischer Experimente und Modelle) (E13)</p>
<p><b>Wie erfolgt die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie?</b></p> <p>Chemiosmotische ATP-Bildung Energetisches Modell der Lichtreaktionen Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen, Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration Tracer-Methode Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel</p> <p>(ca. 12 Ustd.)</p>	<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> <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>Kontext:</i></p> <p><b>Chloroplasten als Lichtwandler – Wie erfolgt die Synthese von Glucose mit Hilfe von Sonnenlicht?</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erstellung eines übersichtlichen Schaubildes für die Fotosynthese auf Grundlage des Vorwissens (Edukte, Produkte, Reaktionsbedingungen) (K9)</li> <li>- Beschreibung des EMERSON-Effekts anhand eines Diagramms zur Fotosyntheseleistung bei unterschiedlichen Wellenlängen, Identifizierung von Fragestellungen zur Funktionsweise der Photosysteme (E2)</li> <li>- Entwicklung einer vereinfachten Darstellung der Lichtreaktion in einem energetischen Modell, welche den Energietransfer in den beiden Photosystemen, die Fotolyse des Wassers, den Elektronentransport über Redoxsysteme mit Redoxpotenzialgefälle und die Bildung von NADPH+ H<sup>+</sup> berücksichtigt (K11) [5]</li> <li>- Vergleich des membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in der Atmungskette und der Primärreaktion (E12) (→UV 2)</li> <li>- Erläuterung der Teilschritte des CALVIN-Zyklus, dabei Fokussierung auf die Kohlenstoffdioxidfixierung durch das Enzym Rubisco, das Recyclingprinzip von Energie- und Reduktionsäquivalenten sowie auf die Bedeutung zyklischer Prozesse</li> <li>- Erläuterung des Tracer- Experiments von CALVIN und BENSON zur Aufklärung der Synthesereaktion und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen der gewonnenen Erkenntnisse (E10, E15)</li> <li>- Ergänzung des Schaubildes zur Fotosynthese durch den stofflichen und energetischen Zusammenhang der Teilreaktionen (S2, E9)</li> </ul>



		- Darstellung des Zusammenwirkens von Chloroplasten und Mitochondrien in einer Pflanzenzelle für die Aufrechterhaltung der Lebensvorgänge in einer Pflanzenzelle (S7, E9)
--	--	---

### Weiterführende Materialien und Bausteine des Medienkonzepts Q1.3 LK:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5002">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5002</a>	Nachweis von Sauerstoff mit Indigocarmin und Natriumdithionit, Versuchsprotokoll und Lösungen
2	<a href="https://www.bio-logisch-nrw.de/aufgabenarchiv">https://www.bio-logisch-nrw.de/aufgabenarchiv</a>	Aufgabe 5 aus dem Jahr 2015 („Alles im grünen Bereich“) beschreibt das einfache und aussagekräftige experimentelle Design mit Efeuplättchen.
3	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5002">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5002</a>	Mikroskopie von Spaltöffnungen: Anleitung und Lösung
4	<a href="https://www.chemie-schule.de/KnowHow/Engelmannscher_Bakterienversuch">https://www.chemie-schule.de/KnowHow/Engelmannscher_Bakterienversuch</a>	Anschauliche Erklärung und Verlinkung zu einer kurzen Animation
5	<a href="https://medienportal.siemens-stiftung.org/de/chromatografie-von-chlorophyll-109310">https://medienportal.siemens-stiftung.org/de/chromatografie-von-chlorophyll-109310</a>	Arbeitsmaterial mit Videolink, Differenzierungsmaterial und Lösungen zur Chromatografie von Blattfarbstoffen
6	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5002">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5002</a>	Modell zur Lichtreaktion: Bauanleitung

# UV Q1.4 LK Fotosynthese – natürliche und anthropogene Prozessoptimierung

## Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
inhaltliche Aspekte	Schülerinnen und Schüler können...	<i>Alltagsvorstellungen</i> / <i>fakultative Aspekte</i> / <i>schulspezifische Aspekte</i>
<p><b>Welche morphologischen und physiologischen Anpassungen ermöglichen eine effektive Fotosynthese an heißen und trockenen Standorten?</b></p> <p>Funktionale Anpassungen: Blatt- aufbau C<sub>4</sub>-Pflanzen Stofftransport zwischen Komparti- menten</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p>– vergleichen die Sekundärvorgänge bei C<sub>3</sub>- und C<sub>4</sub>- Pflanzen und erklären diese mit der Anpassung an unterschiedliche Standortfaktoren (S1, S5, S7, K7),</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Verhungern oder Verdursten? – Anpassungen bei Mais und Hirse</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erläuterung der Standortfaktoren von C<sub>4</sub>-Pflanzen, Hypothesenbildung zu Anpassungen, auch unter Berücksichtigung der höheren FS-Leistung</li> <li>- Identifizierung der anatomischen Unterschiede im schematischen Blattquerschnitt von C<sub>3</sub>- und C<sub>4</sub>-Pflanzen und Beschreibung der physiologischen Unterschiede</li> <li>- Erläuterung der höheren Fotosyntheseleistung der C<sub>4</sub>-Pflanzen an warmen, trockenen Standorten, dabei Fokussierung auf die unterschiedliche CO<sub>2</sub>-Affinität der Enzyme PEP-Carboxylase und Rubisco</li> </ul> <p>fakultativ: Vergleich verschiedener Fotosyntheseformen inklusive CAM</p>
<p><b>Inwiefern können die Erkenntnisse aus der Fotosyntheseforschung zur Lösung der weltweiten CO<sub>2</sub>-Problematik beitragen?</b></p> <p>Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p>– beurteilen und bewerten multiperspektivisch Zielsetzungen einer biotechnologisch optimierten Fotosynthese im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung (E17, K2, K13, B2, B7, B12)</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Künstliche Fotosynthese – eine Maßnahme gegen den Klimawandel?</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- angeleitete Recherche zu einem Entwicklungsprozess der künstlichen Fotosynthese mit den Zielen der Fixierung überschüssigen Kohlenstoffdioxids und der Produktion nachhaltiger Rohstoffe (K2) [1,2]</li> <li>- Reflexion der Bedingungen und Eigenschaften biologischer Erkenntnisgewinnung (E17)</li> <li>- Diskussion des Sachverhalts „biotechnologisch optimierte Fotosynthese“, Erkennen unterschiedlicher Interessen und ethischer Fragestellungen (B2)</li> <li>- Aufstellen von wertebasierten Bewertungskriterien innerfachlicher und gesellschaftlicher/wirtschaftlicher Art (B7)</li> <li>- Bewertung der Zielsetzungen aus ökologischer, ökonomischer, politischer und sozialer Perspektive (B12)</li> </ul>



## Weiterführende Materialien und Bausteine des Medienkonzepts Q1.4 LK:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.mpg.de/14793996/kuenstliche-fotosynthese">https://www.mpg.de/14793996/kuenstliche-fotosynthese</a>	Max-Planck-Gesellschaft, Stoffwechsel 2.0
2	<a href="https://www.max-wissen.de/max-hefte/kuenstliche-fotosynthese/">https://www.max-wissen.de/max-hefte/kuenstliche-fotosynthese/</a>	Biomax-Heft 37: Grünes Tuning – auf dem Weg zur künstlichen Fotosynthese

# UV Q1.5 LK Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen

## Inhaltsfeld 4: Ökologie

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i> inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans  Schülerinnen und Schüler können...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen  <i>Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte</i>
<p><b>Welche Forschungsgebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Ökologie?</b></p> <p>Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren</p> <p>(ca. 3 Ustd.)</p>	<p>- erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem (S5-7, K8).</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Modellökosysteme, z. B. Flaschengarten</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktivierung des Vorwissens zu zentralen Begriffen der Ökologie (→ SI)</li> <li>• Darstellung des Wirkungsgefüges von Umweltfaktoren, Lebensvorgängen und Wechselbeziehungen von Lebewesen im gewählten Modellökosystem mit Hilfe einer Concept Map</li> <li>• Präsentation der Zusammenhänge unter Berücksichtigung kausaler Erklärungen und der Vernetzung von Systemebenen (S5–7, K8)</li> </ul> <p>Präsentation zentraler Fragestellungen und Forschungsgebiete der Ökologie, die bei der Untersuchung des Zusammenwirkens von abiotischen und biotischen Faktoren im Verlauf der Unterrichtsvorhaben zur Ökologie eine Rolle spielen (Advance Organizer)</p>
<p><b>Inwiefern bedingen abiotische Faktoren die Verbreitung von Lebewesen?</b></p> <p>Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven</p> <p>(ca. 8 Ustd.)</p>	<p>- untersuchen auf der Grundlage von Daten die physiologische und ökologische Potenz von Lebewesen (S7, E1-3, E9, E13).</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Eine Frage der Perspektive – Für Wüstenspringmäuse ist die Wüste kein extremer Lebensraum.</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Herstellung eines Zusammenhangs zwischen einer langfristigen standortspezifischen Verfügbarkeit/ Intensität eines Umweltfaktors und den entsprechenden Angepasstheiten bei Tieren am Beispiel des Umweltfaktors Wasser (ggf. Reaktivierung des Vorwissens zu morphologischen und physiologischen Angepasstheiten bei Pflanzen → UV 3 Stoffwechselphysiologie)</li> <li>- Untersuchung der Temperaturpräferenz bei Wirbellosen</li> <li>- Interpretation von Toleranzkurven eurythermer und stenothermer Lebewesen (E9)</li> </ul>



		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erklärung der unterschiedlichen physiologischen Temperaturtoleranz ausgewählter Lebewesen unter Berücksichtigung des Basiskonzepts Steuerung und Regelung. Berücksichtigung der unterschiedlichen Temperaturtoleranz für Überleben, Wachstum und Fortpflanzung</li> <li>- Erweiterung des Konzepts der physiologischen Toleranz durch die Analyse von Daten aus Mehrfaktorenexperimenten, kritische Betrachtung der Übertragbarkeit der in Laborversuchen gewonnenen Daten auf die Situation im Freiland (E13)</li> <li>- Beschreibung des Wirkungsgesetzes der Umweltfaktoren</li> <li>- Reflexion der Methodik und Schlussfolgerung, dass die Auswirkungen veränderter Umweltbedingungen aufgrund des komplexen Zusammenwirkens vieler Faktoren nur schwer vorher-sagbar sind (E13)</li> </ul>
<p><b>Welche Auswirkungen hat die Konkurrenz um Ressourcen an realen Standorten auf die Verbreitung von Arten?</b></p> <p>Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz, Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische Potenz Ökologische Nische (ca. 7 Ustd.)</p>	<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 Wirkungsgefüge (S4, S7, E17, K7, K8).</li> </ul>	<p><i>Kontext:</i> <b>Vergleich der Standortbedingungen für ausgewählte Arten in Mono- und Mischkultur</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse von Langzeitdaten zur Abundanz verschiedener Arten in Mischkultur im Freiland und Vergleich der Standortfaktoren mit in Laborversuchen erhobenen Standortpräferenzen (E9, E17)</li> <li>• Erläuterung des Konkurrenzbegriffs am Beispiel der intra- und der interspezifischen Konkurrenz (S7)</li> <li>• Erklärung der ökologischen Potenz mit dem Zusammenwirken von physiologischer Toleranz und der Konkurrenzstärke um Ressourcen (K6–8)</li> <li>• Erläuterung des Konzepts der „ökologischen Nische“ als Wirkungsgefüge aller abiotischen und biotischen Faktoren, die das Überleben der Art ermöglichen (vertiefende Erarbeitung der Merkmale interspezifischer Beziehungen → UV 2 Ökologie)</li> <li>• Herausstellen der Mehrdimensionalität des Nischenmodells und ultimate Erklärung der Einnischung (K7,8)</li> </ul>
<p><b>Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden?</b></p> <p>Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen, Erfassung ökologischer Faktoren und quantitative und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal</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>Kontext:</i> <b>Zeigerarten geben Aufschluss über den Zustand von Ökosystemen</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Exkursion im Schulumfeld „Deilbachtal“</b>, Bestimmung und quantitative Erfassung von Arten und Einführung in das Prinzip des Biomonitorings, z.B. anhand einer ökologischen Gesamtaufnahme des Ökosystems Deilbach und von Saprobienindizes und ggf. der Ermittlung von Zeigerpflanzen im Umfeld [1] (E4, E7–9)</li> <li>• Sensibilisierung für den Zusammenhang von Korrelation und Kausalität beim Biomonitoring (K8) und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses</li> </ul>

(ca. 4 Ustd.) + Exkursion		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ableitung von Handlungsoptionen für das untersuchte Ökosystem (E15)</li> <li>• <a href="#">Internetrecherche</a> zur ökologischen Problematik von intensiver Grünlandbewirtschaftung (Fettwiesen) auf anliegende Gewässer, Begründung von Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen von heimischen, artenreichen Gewässersystemen und angepasster landwirtschaftlicher Strukturen (K11–14) [2,3]</li> </ul>
------------------------------	--	--

### Weiterführende Materialien und Bausteine des **Medienkonzepts Q1.5 LK**:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.researchgate.net/publication/235710596_Zeigerwerte_von_Pflanzen_in_MittelEuropa">https://www.researchgate.net/publication/235710596_Zeigerwerte_von_Pflanzen_in_MittelEuropa</a>	Erläuterungen zu Zeigerwerten von Moosen und Flechten. Zeigerwerte zu Gefäßpflanzen sind hingegen in verschiedenen Quellen leicht zu recherchieren. (ggf. URL in Browserzeile kopieren)
2	<a href="https://www.oekolandbau.de/fileadmin/redaktion/dokumente/lehrer/Lehrmaterial/landwirtschaft/10_bsa_lw_gruenland_ua.pdf">https://www.oekolandbau.de/fileadmin/redaktion/dokumente/lehrer/Lehrmaterial/landwirtschaft/10_bsa_lw_gruenland_ua.pdf</a>	Unterrichtsmaterial und Recherchetipps zu intensiv und extensiv genutztem Grünland (z.B. tabellarischer Vergleich auf S. 10)
3	<a href="http://eh-da-flaechen.de/index.php/eh-da-flaechen/was-sind-eh-da-flaechen">http://eh-da-flaechen.de/index.php/eh-da-flaechen/was-sind-eh-da-flaechen</a>	Informationen zu Ausgleichsflächen und Eh-da-Flächen-Projekten, die sich auch im direkten Umfeld der Schülerinnen und Schüler realisieren lassen.

# UV Q1.6 LK Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften

## Inhaltsfeld 4: Ökologie

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
inhaltliche Aspekte	Schülerinnen und Schüler können...	<i>Alltagsvorstellungen</i> / <i>fakultative Aspekte</i> / <i>schulspezifische Aspekte</i>
<p><b>Welche grundlegenden Annahmen gibt es in der Ökologie über die Dynamik von Populationen?</b></p> <p>Idealisierte Populationsentwicklung: exponentielles und logistisches Wachstum</p> <p>Fortpflanzungsstrategien: r- und K-Strategien</p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<p>- interpretieren grafische Darstellungen der Populationsdynamik unter idealisierten und realen Bedingungen auch unter Berücksichtigung von Fortpflanzungsstrategien (S5, E9, E10, E12, K9).</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Sukzession – wie verändern sich die Populationsdichte und -zusammensetzung an Altindustriestandorten? [1]</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyse der Bedingungen für exponentielles und logistisches Wachstum, Interpretation von grafischen Darstellungen unter idealisierten und realen Bedingungen (E9, E10)</li> <li>- Erläuterung von dichtebegrenzenden Faktoren</li> <li>- Recherche der charakteristischen Merkmale von r- und K- Strategen und Analyse von grafischen Darstellungen der charakteristischen Populationsdynamik (K9), Bezug zur veränderten Biozönose in Sukzessionsstadien (z. B. überwiegend r-Strategen auf einer Industriebrache)</li> <li>- Kritische Reflexion der im Unterricht verwendeten vereinfachten Annahmen zur Populationsökologie (E12)</li> </ul>
<p><b>In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar?</b></p> <p>Interspezifische Beziehungen: Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen</p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<p>- analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6-K8).</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Gut vernetzt – Wechselwirkungen in Biozönosen</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Beschreibung der charakteristischen Merkmale von Konkurrenz (→ UV 1 Ökologie), Räuber-Beute-Beziehung, Parasitismus, Mutualismus und Symbiose an aussagekräftigen Beispielen. Ggf. Präsentationen zu Wechselwirkungen unter Berücksichtigung der Fachsprache und der Unterscheidung von funktionalen und kausalen Erklärungen (K6, K8)</li> <li>- Analyse der Angepasstheiten ausgewählter interagierender Arten auf morphologischer und physiologischer Ebene, z. B. bei Symbiose oder Parasitismus (K7)</li> <li>- Analyse von Daten zu Wechselwirkungen und Bildung von Hypothesen zur vorliegenden Beziehungsform [2], Reflexion der Datenerfassung (z. B. Diskrepanz zwischen Labor- und Freilandbedingungen, Methodik) (E9)</li> </ul>



		- Interpretation grafischer Darstellungen von Räuber-Beute-Systemen und kritische Reflexion der Daten auch im Hinblick auf Bottom Up- oder Top Down-Kontrolle (E9)
<p><b>Wie können Aspekte der Nachhaltigkeit im Ökosystemmanagement verankert werden?</b></p> <p>Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität</p> <p>Hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt</p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<p>- erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10).</p> <p>- analysieren Schwierigkeiten der Risikobewertung für hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt unter Berücksichtigung verschiedener Interessenslagen (E15, K10, K14, B1, B2, B5).</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Pestizideinsatz in der Landwirtschaft</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse eines Fallbeispiels zur Schädlingsbekämpfung mit Pestizideinsatz unter Berücksichtigung der kurzfristigen und langfristigen Populationsentwicklung des Schädlings</li> <li>• Erläuterung des Konflikts zwischen ökonomisch rentabler Umweltnutzung und Biodiversitätsschutz, z. B. anhand der intensiven Landwirtschaft und dem Einsatz von Pestiziden für den Pflanzenschutz</li> <li>• Bewertung von Handlungsoptionen im Sinne eines nachhaltigen Ökosystemmanagements und Diskussion von Handlungsoptionen als Privatverbraucher (K14) [3]</li> <li>• Angeleitete Recherche (z. B. auf den Seiten des Umweltbundesamtes [4]) zu den Auswirkungen hormonartig wirkender Pestizide auf Tiere und die Fruchtbarkeit des Menschen sowie der Anreicherung in Nahrungsketten (K10)</li> <li>• Nennung der Schwierigkeiten, die bei der Risikobewertung hormonartig wirkender Substanzen in der Umwelt auftreten und Diskussion der damit verbundenen Problematik eines Verbotverfahrens (BfR Endokrine Disruptoren) (E15)</li> </ul> <p>Analyse der Interessenslagen der involvierten Parteien (B1, B2) [5]</p>

## Weiterführende Materialien und Bausteine des Medienkonzepts Q1.6 LK:



Nr	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.researchgate.net/publication/323014486_Sukzessionsforschung_auf_Altindustriestandorten_-_Analyse_der_Monitoringergebnisse_im_Industriewaldprojekt">https://www.researchgate.net/publication/323014486_Sukzessionsforschung_auf_Altindustriestandorten_-_Analyse_der_Monitoringergebnisse_im_Industriewaldprojekt</a>	Umfassende Studienergebnisse mit aussagekräftigen Abbildungen und Datensätzen für den Unterricht. (ggf. URL in Browserzeile kopieren)
2	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6091">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6091</a>	Abituraufgabe GK HT1 2021: Obst als Lebensraum Abituraufgabe GK HT3 2020: Interspezifische Beziehungen bei der Goldrute
3	<a href="https://www.leopoldina.org/uploads/tx_leopublication/2018_Diskussionspapier_Pflanzenschutzmittel.pdf">https://www.leopoldina.org/uploads/tx_leopublication/2018_Diskussionspapier_Pflanzenschutzmittel.pdf</a>	Diskussionspapier der Leopoldina mit umfangreichen Hintergrundinformationen
4	<a href="https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/umwelteinfluesse-auf-den-menschen/chemische-stoffe/umwelthormone#beeinflussung-des-hormonsystems">https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/umwelteinfluesse-auf-den-menschen/chemische-stoffe/umwelthormone#beeinflussung-des-hormonsystems</a>	Informationsseite des Umweltbundesamtes zu Umwelthormonen
5	<a href="https://www.bfr.bund.de/de/a-z_index/endokrine_disruptoren_und_hormonaehnliche_substanzen-32448.html">https://www.bfr.bund.de/de/a-z_index/endokrine_disruptoren_und_hormonaehnliche_substanzen-32448.html</a>	Informationsseite des Bundesamts für Risikobewertung

# UV Q1.7 LK Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen

## Inhaltsfeld 4: Ökologie

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
inhaltliche Aspekte	Schülerinnen und Schüler können...	<i>Alltagsvorstellungen</i> / <i>fakultative Aspekte</i> / <i>schulspezifische Aspekte</i>
<p><b><i>In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften durch Energiefluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbindung?</i></b></p> <p>Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p>- analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5).</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Nahrungsbeziehungen und ökologischer Wirkungsgrad</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reaktivierung der Kenntnisse zu Nahrungsnetzen und Trophieebenen (→ SI) anhand der Betrachtung eines komplexen Nahrungsnetzes, Fokussierung auf die Stabilität artenreicher Netze und Hypothesenbildung zur begrenzten Anzahl an Konsumentenordnungen (S4)</li> <li>- ggf. Analyse eines Fallbeispiels zur Entkopplung von Nahrungsketten durch die Erderwärmung [1]</li> <li>- Erläuterung der Bedeutung der einzelnen Trophieebenen in Stoffkreisläufen (→ IF Stoffwechselphysiologie)</li> <li>- Interpretation der Unterschiede der Speicherspeicherung und des Stoffflusses in terrestrischen und aquatischen Systemen anhand von Biomassepyramiden und Produktionswertpyramiden (K5, E14)</li> <li>- Interpretation von grafischen Darstellungen zum Energiefluss in einem Ökosystem unter Berücksichtigung des ökologischen Wirkungsgrads der jeweiligen Trophieebene</li> <li>- Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der modellhaften Darstellungen (E12)</li> <li>- Anwendung der erworbenen Kenntnisse am Beispiel des Flächen- und Energiebedarfs für die Fleischproduktion auf Grundlage von Untersuchungsbefunden (E14) [2]</li> </ul>



<p><b>Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant?</b></p> <p>Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf</p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p>	<p>- analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6-K8).</p>	<p><i>Kontext:</i>  <b>Kohlenstoffkreislauf und Klimaschutz</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Darstellung der Austauschwege im Kohlenstoffkreislauf zwischen den Sphären der Erde (Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre, Biosphäre) und Identifikation von Kohlenstoffspeichern (K5) [3,4]</li> <li>- Unterscheidung von langfristigem und kurzfristigem Kohlenstoffkreislauf und Erläuterung der Umweltschädlichkeit von fossilen Energiequellen in Bezug auf die Erderwärmung (E14) [5]</li> <li>- Recherche zu Kippunkten (Tipping Points) des Klimawandels und Erläuterung eines Kippelements, z. B. Permafrostboden (K2) [6]</li> </ul>
<p><b>Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden?</b></p> <p>Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts  Ökologischer Fußabdruck</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p>- 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).</p> <p>- beurteilen anhand des ökologischen Fußabdrucks den Verbrauch endlicher Ressourcen aus verschiedenen Perspektiven (K13, K14, B8, B10, B12).</p>	<p><i>Kontext:</i>  <b>Aktuelle Debatte um den Einfluss des Menschen auf den Klimawandel</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifikation nicht wissenschaftlicher Aussagen im Vergleich zu wissenschaftlich fundierten Aussagen bezüglich des anthropogenen Einflusses auf den Treibhauseffekt (E16) [7]</li> <li>• Angeleitete Recherche zu den geografischen, zeitlichen und sozialen Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffektes sowie zu den beschlossenen Maßnahmen [8]</li> <li>• Entwicklung von Kriterien für die Bewertung der Maßnahmen unter Berücksichtigung der Dimensionen für globale Entwicklung (Umwelt, Soziales, Wirtschaft) sowie Abschätzung der Wirksamkeit der Maßnahmen (B4, B7, K14, B12)</li> <li>• z.B. Ermittlung eines ökologischen Fußabdrucks, Reflexion der verschiedenen zur Ermittlung herangezogenen Dimensionen, Sammlung von Handlungsoptionen im persönlichen Bereich (B8, K13)</li> <li>• Erkennen der Grenzen der wissenschaftlichen Wissensproduktion und der Akzeptanz vorläufiger und hypothetischer Aussagen, die auf einer umfassenden Datenanalyse beruhen (E16)</li> </ul> <p>ggf. kritische Auseinandersetzung mit dem in der Wissenschaft diskutierten Begriffs des „Anthropozän“</p>

<p><b>Wie können umfassende Kenntnisse über ökologische Zusammenhänge helfen, Lösungen für ein komplexes Umweltproblem zu entwickeln?</b></p> <p>Stickstoffkreislauf</p> <p>Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, nachhaltige Nutzung</p> <p>(ca. 3 Ustd.)</p>	<p>- analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14).</p> <p>- analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5).</p>	<p><b>Kontext:</b></p> <p><b>Umweltproblem Stickstoffüberschuss: Ursachen und Auswege</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erarbeitung des natürlichen Stickstoffkreislaufs, Identifikation der Stoffspeicher und Austauschwege. Fokussierung auf die Anteile von molekularem Stickstoff und biologisch verfügbaren Verbindungen.</li> <li>• Fokussierung auf die anthropogene Beeinflussung des Stickstoffkreislaufs und Strukturierung von Informationen zur komplexen Umweltproblematik durch Stickstoffverbindungen (K2, K5) [9,10]</li> <li>• Recherche zu einem ausgewählten, ggf. lokalen Umweltproblem, welches auf einem zu hohen Stickstoffeintrag beruht und zu den unternommenen Renaturierungsmaßnahmen (K11–14).</li> </ul>
--	---	--

Weiterführende Materialien und Bausteine des Medienkonzepts Q1.7 LK:



Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.spektrum.de/pdf/sdw-04-04-s056-pdf/835705?file">https://www.spektrum.de/pdf/sdw-04-04-s056-pdf/835705?file</a>	Spektrum-Artikel mit anschaulichen Beispielen für die Entkopplung von Nahrungsbeziehungen
2	<a href="https://gdcp-ev.de/wp-content/tb2017/TB2017_186_Trauschke.pdf">https://gdcp-ev.de/wp-content/tb2017/TB2017_186_Trauschke.pdf</a>	frei zugänglicher Artikel von Matthias Trauschke zum Energieverständnis im Biologieunterricht am Beispiel ineffizienter Lebensmittelketten
3	<a href="https://www.max-wissen.de/max-hefte/geomax-22-kohlenstoffkreislauf/">https://www.max-wissen.de/max-hefte/geomax-22-kohlenstoffkreislauf/</a>	Geomax Heft 22, Titel: „Das sechste Element- Wie Forschung nach Kohlenstoff fahndet“
4	<a href="https://www.max-wissen.de/max-media/klima-der-kohlenstoffkreislauf-max-planck-cinema/">https://www.max-wissen.de/max-media/klima-der-kohlenstoffkreislauf-max-planck-cinema/</a>	Informationsfilm zum Kohlenstoffkreislauf des Max-Planck-Instituts
5	<a href="https://www.ipn.uni-kiel.de/de/das-ipn/abteilungen/didaktik-der-biologie/materialien-1/09_Begleittext_oL.pdf">https://www.ipn.uni-kiel.de/de/das-ipn/abteilungen/didaktik-der-biologie/materialien-1/09_Begleittext_oL.pdf</a>	Unterrichtsmodul zum Kohlenstoffkreislauf des IPN Kiel
6	<a href="https://www.leopoldina.org/presse-1/nachrichten/factsheet-klimawandel/">https://www.leopoldina.org/presse-1/nachrichten/factsheet-klimawandel/</a>	Factsheet der Leopoldina aus dem Jahr 2021. Sehr anschauliche Darstellung der Folgen des Klimawandels und der Bedeutung der Kippelemente (Tipping Points)
7	<a href="https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/und_sie_erwaermt_sich_doch_131201.pdf">https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/und_sie_erwaermt_sich_doch_131201.pdf</a>	Broschüre „Und sie erwärmt sich doch“ des Umweltbundesamtes, sachliche und verständliche Widerlegung von Thesen der Klimawandelskeptiker
8	<a href="https://www.bmu.de/themen/klimaschutz-anpassung/klimaanpassung/worum-geht-es">https://www.bmu.de/themen/klimaschutz-anpassung/klimaanpassung/worum-geht-es</a>	Informationen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz zu Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel
9	<a href="https://www.bmu.de/media/stickstoff-ein-komplexes-umweltproblem">https://www.bmu.de/media/stickstoff-ein-komplexes-umweltproblem</a>	Animation zum anthropogenen Einfluss auf den Stickstoffhaushalt der Erde des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
10	<a href="https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/umweltbelastungen-der-landwirtschaft/stickstoff#einfuehrung">https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/umweltbelastungen-der-landwirtschaft/stickstoff#einfuehrung</a>	umfassende Information des Umweltbundesamtes zur Stickstoffproblematik mit vielen Verlinkungen zu Datensätzen und Broschüren

# UV Q1.8 LK Erregungsentstehung und Erregungsleitung an einem Neuron

## Inhaltsfeld 2: Neurobiologie

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i> inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans  Schülerinnen und Schüler können...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen  <i>Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte</i>
<p><b>Wie ermöglicht die Struktur eines Neurons die Aufnahme und Weitergabe von Informationen?</b></p> <p>Bau und Funktionen von Nervenzellen: Ruhepotenzial</p>	<p>- erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12).</p> <p>- entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Aufrechterhaltung und Beeinflussung des Ruhepotenzials (S4, E3).</p>	<p><i>Kontext:</i>  <b>Das Neuron: Die spezialisierte Grundeinheit aller Nervensysteme</b>            (→ SI, → EF)</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorstellung der strukturellen Merkmale einer Nervenzelle im Gegensatz zu den bisher bekannten Zelltypen (→ EF), hinsichtlich der Gliederung in Dendriten, Soma, Axon</li> <li>- Darstellung des Zusammenhangs von Struktur und Funktion [1]</li> <li>- Aufzeigen der Möglichkeiten und Grenzen eines Neuron-Modells, z. B. durch den Vergleich einer schematischen Abbildung mit Realaufnahmen von Nervenzellen</li> </ul> <p><i>Kontext:</i>  <b>Nervenzellen unter Spannung: Die Ionentheorie des Ruhepotenzials</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wiederholung der Transportmechanismen an Membranen (→ EF)</li> <li>- Klärung der Bedeutung der Ladungsverteilung an der Axonmembran unter Berücksichtigung des chemischen und elektrischen Potenzials, z. B. am Beispiel Gemeiner Kalmar (<i>Loligo vulgaris</i>)</li> <li>- Entwicklung von Hypothesen zur Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials und Erläuterung der Bedeutung von Natrium-Kalium-Ionenpumpen</li> <li>- Auswertung eines Experiments zur Beeinflussung des Ruhepotenzials (z. B. Ussing-Kammer: [2])</li> </ul>



<p>Bau und Funktionen von Nervenzellen: Aktionspotenzial neurophysiologische Verfahren, Potenzialmessungen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <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> </ul>	<p><i>Kontext:</i> <b>Neuronen in Aktion: schnelle und zielgerichtete Informationsweiterleitung</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ggf. Einstieg: Reaktionstest mit Lineal [3]</li> <li>- Erläuterung der Veränderungen der Ionenverteilung an der Membran beim Wechsel vom Ruhezustand zum Aktionspotenzial, Phasen des Aktionspotenzials, korrekte Verwendung der Fachsprache</li> <li>- Beschreibung einer Versuchsanordnung zur Untersuchung von Potenzialänderungen an Neuronen</li> <li>- begründete Zuordnung von molekularen Vorgängen an der Axonmembran zu den passenden Kurven-Diagrammen (Potenzialmessung) [4, 5]</li> <li>- Auswertung eines Experiments zur Erforschung oder Beeinflussung des Aktionspotenzials, z. B. durch Blockade der spannungsgesteuerten Ionenkanäle</li> </ul> <p>ggf. Vertiefung der Kenntnisse zur Informationsweiterleitung durch Bearbeitung der IQB-Aufgabe Schmerzen [6]</p>
<p>Bau und Funktionen von Nervenzellen: Erregungsleitung  (ca. 12 Ustd.)</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>	<p><i>Kontext:</i> <b>Vergleich von sofortigem und langsam einsetzendem Schmerz</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Beschreibung des Phänomens der unterschiedlich schnellen Schmerzwahrnehmung, Aufstellen einer Forschungsfrage und Hypothesenbildung [7]</li> <li>- modellgestützte Erarbeitung der beiden Erregungsleitungstypen und tabellarische Gegenüberstellung von schnellen A<math>\delta</math>-Fasern und langsameren C-Fasern [8]</li> <li>- Erarbeitung der zwei grundsätzlichen Möglichkeiten einer Steigerung der Weiterleitungsgeschwindigkeit, z. B. anhand einer Datentabelle: Erhöhung des Axondurchmessers (Bsp. <i>Loligo vulgaris</i>) oder Myelinisierung</li> <li>- fakultativ: Ableitung ultimativer Ursachen für schnelle und langsame Erregungsleitung bei Wirbeltieren</li> </ul>

<p><b>Wie kann eine Störung des neuronalen Systems die Informationsweitergabe beeinflussen?</b></p> <p>Störungen des neuronalen Systems (ca. 2 Ustd.)</p>	<p>analysieren die Folgen einer neuronalen Störung aus individueller und gesellschaftlicher Perspektive (S3, K1–4, B2, B6).</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Multiple Sklerose als Beispiel für eine neurodegenerative Erkrankung</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erarbeitung des Krankheitsbildes: Autoimmunerkrankung, bei der die Myelinscheiden im ZNS zerstört werden [9]</li> <li>- Analyse der Folgen einer neurodegenerativen Erkrankung für Individuum und Gesellschaft (B2, B6)</li> </ul>
<p><b>Wie werden Reize aufgenommen und zu Signalen umgewandelt?</b></p> <p>Bau und Funktionen von Nervenzellen: primäre und sekundäre Sinneszelle, Rezeptorpotenzial (ca. 4 Ustd.)</p>	<p>erläutern das Prinzip der Signaltransduktion bei primären und sekundären Sinneszellen (S2, K6, K10).</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>„Das sieht aber lecker aus!“ – Sinneszellen und ihre adäquaten Reize</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensibilisierung für die biologischen Voraussetzungen einer Reizaufnahme und die damit verbundenen Einschränkungen der Wahrnehmung</li> <li>- Erarbeitung der Entstehung eines Rezeptorpotenzials in einer primären Sinneszelle (z. B. einer Riechsinneszelle), Darstellung der Signaltransduktion, die zur Auslösung von Aktionspotenzialen führt</li> <li>- Vergleich der Funktionsweise mit einer sekundären Sinneszelle, z. B. einer Geschmackssinneszelle</li> </ul> <p>Hypothesenbildung zur Codierung der Reizstärke, Visualisierung der Zusammenhänge zwischen Reizstärke, Rezeptorpotenzial und Frequenz der Aktionspotenziale</p>

### Weiterführende Materialien und Bausteine des Medienkonzepts Q1.8 LK:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8273">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8273</a>	Arbeitsmaterial „Bau und Funktion von Neuronen“
2	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8268">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8268</a>	Arbeitsmaterial „Ruhepotenzial - Theoretische Modellexperimente (Ussing-Kammer)“
3	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6081">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6081</a>	Zusatzmaterial „Experiment Reaktionstext“
4	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366</a>	Arbeitsmaterial „Entstehung eines Aktionspotenzials“
5	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6082">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6082</a>	Zusatzmaterial „Aktionspotenzial“
6	<a href="https://www.iqb.hu-berlin.de/apps/taskpool/data/taskpools/get-TaskFile?id=p10^SchmerzGN^f20767">https://www.iqb.hu-berlin.de/apps/taskpool/data/taskpools/get-TaskFile?id=p10^SchmerzGN^f20767</a>	IQB-Aufgabe „Schmerz“: grundlegendes Niveau (M1 und M3)

Nr .	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
7	<a href="https://www.dasgehirn.info/krankheiten/schmerz/wie-schmerz-ins-gehirn-gelangt">https://www.dasgehirn.info/krankheiten/schmerz/wie-schmerz-ins-gehirn-gelangt</a>	Informationen zur Schmerz Wahrnehmung
8	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366</a>	Arbeitsmaterial zur Erregungsweiterleitung
9	<a href="https://www.dasgehirn.info/krankheiten/multiple-sklerose/multiple-sklerose">https://www.dasgehirn.info/krankheiten/multiple-sklerose/multiple-sklerose</a>	Informationsfilm zur Erarbeitung des Krankheitsbildes von MS



# UV Q1.9 LK Informationsweitergabe über Zellgrenzen

## Inhaltsfeld 2: Neurobiologie

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
inhaltliche Aspekte	Schülerinnen und Schüler können...	<i>Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte</i>
<p><b>Wie erfolgt die Erregungsleitung vom Neuron zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese beeinflusst werden?</b></p> <p>Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse</p> <p>Verrechnung: Funktion einer hemmenden Synapse, räumliche und zeitliche Summation</p> <p>Stoffeinwirkung an Synapsen</p> <p>(ca. 8 Ustd.)</p>	<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> <li>- nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9).</li> </ul>	<p><b>Kontext:</b> <b>Funktionsweise von Synapsen und deren Beeinflussung (z. B.!!! durch Botox)</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modellhafte Darstellung der Funktionsweise einer erregenden chemischen Synapse (z. B. cholinerge Synapse) [1]</li> <li>- Vertiefung der Funktion einer neuromuskulären Synapse durch Erarbeitung der Einwirkung von z. B. Botox, Berücksichtigung von Messwerten an einer unbehandelten und behandelten Synapse</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>Warum hilft Kratzen gegen Juckreiz?</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vergleich von erregender und hemmender Synapse sowie Verrechnung von EPSP und IPSP (z. B. anhand des Modells einer Glühlampe, die abhängig vom Füllstand der leitenden Flüssigkeit leuchtet [2])</li> <li>- Auswertung von Potenzialdarstellungen hinsichtlich der Verrechnung von Potenzialen [3,4]</li> <li>- Anwendung der Hemmung am Beispiel der Linderung des Juckreizes durch Kratzen [5]</li> <li>- ggf. Einsatz der Lernaufgabe „Giftcocktail von Meeresschnecken“ zur Vertiefung der Stoffeinwirkung an Synapsen [6]</li> </ul> <p><i>Kontext:</i> <b>z.B.!!! Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorstellung der Wirkungsweise von Cannabis.</li> </ul>



		<p>Hinweis: Da die konkretisierte Kompetenzerwartung vorwiegend dem Kompetenzbereich Bewertung zugeordnet ist, soll auf eine detaillierte Darstellung der molekularen Wirkungsweise von Cannabis verzichtet werden. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellungnahme.</p> <p>Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können [7, 8, 9]</p>
<p><b>Wie kann Lernen auf neuronaler Ebene erklärt werden?</b></p> <p>Zelluläre Prozesse des Lernens (ca. 4 Ustd.)</p>	<p>- erläutern die synaptische Plastizität auf der zellulären Ebene und leiten ihre Bedeutung für den Prozess des Lernens ab (S2, S6, E12, K1).</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Lernen verändert das Gehirn</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erarbeitung der synaptischen Plastizität auf zellulärer Ebene als aktivitätsabhängige Änderung der Stärke der synaptischen Übertragung (S6, E12, K1) [10]</li> <li>- Erläuterung der Modellvorstellung vom Lernen durch Plastizität des neuronalen Netzwerks (Bahnung) und Ableitung von Strategien für den eigenen Lernprozess: Strukturierung und Kontextualisierung, Wiederholung, Nutzung verschiedener Eingangskanäle (multisensorisch, v.a. Visualisierung), Belohnung [11]</li> <li>- ggf. Planung und Durchführung von Lernexperimenten (Zusammenhang zwischen Wiederholung und Lernerfolg, Einfluss von Ablenkung auf erfolgreiches Lernen)</li> <li>- ggf. Analyse der eigenen Einstellung zum Lernen bzw. zum Lerngegenstand, hier auch kritische Reflexion von geschlechterspezifischen Stereotypen möglich</li> <li>- z.B: Quarks und Co Video zum Thema</li> </ul>
<p><b>Wie wirken neuronales System und Hormonsystem bei der Stressreaktion zusammen?</b></p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p>	<p>- beschreiben die Verschränkung von hormoneller und neuronaler Steuerung am Beispiel der Stressreaktion (S2, S6).</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Körperliche Reaktionen auf Schulstress</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reaktivierung von Wissen zu Hormonen (→ Sek I)</li> <li>- Erarbeitung der wesentlichen Merkmale des hormonellen Systems beim Menschen</li> <li>- Vergleich der Unterschiede zwischen dem neuronalen und dem hormonellen System und Ableitung der Verschränkung beider Systeme [12]</li> </ul> <p>ggf. Vertiefung durch Recherche der Bedeutung von Eustress oder der Bedeutung von Entspannungsphasen z. B. in Prüfungszeiten</p>

## Weiterführende Materialien und Bausteine des Medienkonzepts Q1.9 LK:



Nr	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5369">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5369</a>	Arbeitsmaterial zur Funktionsweise einer chemischen Synapse
2	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6083">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6083</a>	Zusatzmaterial „Modell zur neuronalen Verrechnung“
3	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5452">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5452</a>	Arbeitsmaterial „Neuronale Informationsverarbeitung“
4	<a href="https://asset.klett.de/assets/3df4d75/Neuronale-Verschaltung.pdf">https://asset.klett.de/assets/3df4d75/Neuronale-Verschaltung.pdf</a>	Arbeitsblatt zur neuronalen Verschaltung und Verrechnung
5	<a href="https://www.spektrum.de/frage/warum-hilft-kratzen-gegen-jucken/1288571">https://www.spektrum.de/frage/warum-hilft-kratzen-gegen-jucken/1288571</a>	Informationen zur Wirkung von Schmerzreizen auf Juckreiz
6	<a href="https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getTaskFile?id=p01^gift-cocktailmeeresschnecke^f21794">https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getTaskFile?id=p01^gift-cocktailmeeresschnecke^f21794</a>	IQB-Aufgabe „Giftcocktail von Meeresschnecken“
7	<a href="https://www.ndr.de/ratgeber/gesundheit/Cannabis-Wirksames-Medikament-bei-chronischen-Schmerzen_cannabis212.html">https://www.ndr.de/ratgeber/gesundheit/Cannabis-Wirksames-Medikament-bei-chronischen-Schmerzen_cannabis212.html</a>	Informationen und kurzer Film zu Cannabis in der Schmerztherapie
8	<a href="https://www.kssg.ch/schmerzzentrum/fuer-patienten-besucher/faq-cannabis-der-schmerztherapie">https://www.kssg.ch/schmerzzentrum/fuer-patienten-besucher/faq-cannabis-der-schmerztherapie</a>	FAQ des Kantonsspitals St. Gallen zur Schmerztherapie mit Cannabis
9	<a href="https://www.bfarm.de/SharedDocs/Downloads/DE/Bundesopiumstelle/Cannabis/Vortrag_Cannabis_Begleiterhebung.pdf?blob=publicationFile">https://www.bfarm.de/SharedDocs/Downloads/DE/Bundesopiumstelle/Cannabis/Vortrag_Cannabis_Begleiterhebung.pdf?blob=publicationFile</a>	Hintergrundinformationen zu Cannabis als Medizin aus der Begleiterhebung zum Gesetz von 2017
10	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5862">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5862</a>	Unterrichtsreihe „Plastizität und Lernen“ (SINUS), hieraus einzelne Materialien
11	<a href="https://www.max-wissen.de/max-media/synaptische-plastizitaet-wie-synapsen-funken-max-planck-cinema/">https://www.max-wissen.de/max-media/synaptische-plastizitaet-wie-synapsen-funken-max-planck-cinema/</a>	Link zu einem Informationsvideo und weiterführende Materialhinweise
12	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6084">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6084</a>	Zusatzmaterial „Hormon- und Nervensystem“

# Leistungskurse

## UV Q2.1 LK DNA – Speicherung und Expression genetischer Information Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

<b>Sequenzierung:</b>  <b>Fragestellungen</b>  inhaltliche Aspekte	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b>  Schülerinnen und Schüler können...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>  <i>Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte</i>
<p><b>Wie wird die identische Verdopplung der DNA vor einer Zellteilung gewährleistet?</b></p> <p>Speicherung und Realisierung genetischer Information:</p> <p>Bau der DNA, semikonservative Replikation, Transkription, Translation</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p>leiten ausgehend vom Bau der DNA das Grundprinzip der semikonservativen Replikation aus experimentellen Befunden ab (S1, E1, E9, E11, K10).</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Zellteilungen der Zygote nach Befruchtung</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau der DNA (<math>\rightarrow</math> SI, <math>\rightarrow</math> EF), Erstellung eines Baustein-Modells zur Erklärung der Struktur der DNA [1; 4]</li> <li>- Hypothesengeleitete Auswertung des MESELSON-STAHLEXPERIMENTES zur Erklärung des Replikationsmechanismus und Erläuterung der experimentellen Vorgehensweise [2]</li> <li>- Erklärung der Eigenschaften und Funktionen ausgewählter Enzyme (DNA-Polymerase, DNA-Ligase) für die Prozesse in der Zelle z. B. anhand eines Erklärvideos</li> <li>- Erläuterung des Energiebedarfs bei der DNA-Replikation etwa aufgrund der Desoxynukleosid-Triphosphate als Bausteine für die DANN-Polymerase (Bezug zum Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung)</li> </ul>





<p><b>Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen bei der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten?</b></p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p>	<p>- erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6).</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Transkription und Translation bei Eukaryoten</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktivierung von Vorwissen zur Kompartimentierung und Organellen (→ EF), und Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zum Ablauf der Proteinbiosynthese bei Eukaryoten.</li> <li>- Erläuterung modellhafter Darstellungen der Genstruktur (Exons/Introns), Prozessierung der prä-mRNA zur reifen mRNA sowie alternatives Spleißen, posttranslationale Modifikation.</li> <li>- Erstellung einer kriteriengeleiteten Tabelle zum Vergleich der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten</li> <li>- Reflexion der größeren Komplexität der Prozesse bei eukaryotischen Zellen im Zusammenhang mit der Kompartimentierung sowie der Differenzierung von Zellen und Geweben (Basiskonzept Struktur und Funktion, Stoff- und Energieumwandlung)</li> </ul>
<p><b>Wie können sich Veränderungen der DNA auf die Genprodukte und den Phänotyp auswirken?</b></p> <p>Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Genmutationen</p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p>	<p>- erklären der Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8)</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Resistenzen bei Eukaryoten (z. B. Herzglykosid-Resistenz beim Monarchfalter) [5]</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktivierung von Vorwissen zu Genommutationen, Chromosomenmutationen (→ SI, → EF)</li> <li>- Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zur Ursache der Resistenz unter Berücksichtigung der verschiedenen Systemebenen (molekulare Ebene bis Ebene des Organismus)</li> <li>- Ableitung der verschiedenen Typen von Genmutationen unter Berücksichtigung der molekularen Ebenen (DNA, RNA, Protein) sowie der phänotypischen Auswirkungen auf Ebene der Zelle bzw. des Organismus (Einbezug der Basiskonzepte Struktur und Funktion und Information und Kommunikation)</li> <li>- Reflexion der Ursache-Wirkungsbeziehungen unter sprachsensiblen Umgang mit funktionalen und kausalen Erklärungen</li> <li>- Alternativer Kontext: Antibiotika-Resistenz bei Bakterien</li> </ul>

<p><b>Mit welchen molekularbiologischen Verfahren können zum Beispiel Genmutationen festgestellt werden?</b></p> <p>PCR Gelelektrophorese</p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<p>- erläutern PCR und Gelelektrophorese unter anderem als Verfahren zur Feststellung von Genmutationen (S4, S6, E8-10, K11).</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Analyse von Genmutationen (z. B. SARS-CoV-2-Mutanten, Diagnose von Gendefekten oder Resistenzen) [5]</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erläuterung der PCR-Methode unter Berücksichtigung der Funktionen der Komponenten eines PCR-Ansatzes und des Ablaufs der PCR [6]</li> <li>- Diskussion der möglichen Fehlerquellen und der Notwendigkeit von Negativkontrollen bei Anwendungen der PCR</li> </ul> <p>Erläuterung des Grundprinzips der DNA-Gelelektrophorese und Anwendung der Verfahren zur Identifikation von Genmutationen durch Wahl der Primer oder ggf. RFLP-Analyse (dann Erklärung der Funktion von Restriktionsenzymen als Werkzeug der Molekularbiologie); Benennung der DNA-Sequenzierung als Technik zur Analyse von Sequenzunterschieden [7]</p>
--	---	--

### Weiterführende Materialien und Bausteine des Medienkonzepts Q2.1 LK:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt3.html">http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt3.html</a>	Das Unterrichtsmaterial „GENial einfach!“ wurde in Abstimmung mit Wissenschaftlern des Nationalen Genomforschungsnetzes (NGFN) sowie Didaktikern und Lehrkräften erstellt. Zu jedem Modul gibt es Arbeitsblätter mit Abbildungen und Aufgaben. Die Druckvorlagen der Arbeitsblätter sind komplett gestaltet. Jedes Modul schließt mit einer gestalteten Lernkontrolle – ebenfalls als PDF-Datei – ab.
2	<a href="http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt4.html">http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt4.html</a>	
3	<a href="http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt5.html">http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt5.html</a>	
4	<a href="https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/UnterrichtSekII/nawi_allg/biologie">https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/UnterrichtSekII/nawi_allg/biologie</a>	IQB-Seite mit Lernaufgaben: Aufgabe „DNA-Modelle“ bietet Material zur Erkenntnisgewinnungskompetenz in Bezug auf verschiedene Modelldarstellungen zur DNA
5	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6078">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6078</a>	Am Beispiel der Ouabain-Resistenz beim Monarchfalter sind in diesem Zusatzmaterial Sachinformationen für Lehrkräfte, Aufgaben- und Lösungsvorschläge für Schülerinnen und Schüler für GK und LK zusammengestellt. Für den Einsatz im LK wird darauf aufbauend eine Anwendung der PCR zur Untersuchung von Mutationen und zur Analyse von artspezifischen Exon-Intron-Strukturen vorgestellt.
6	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=cqSTjJVO-il">https://www.youtube.com/watch?v=cqSTjJVO-il</a>	Video zur PCR des Max-Planck-Instituts für Molekulare Pflanzenphysiologie (Potsdam)
7	<a href="https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/UnterrichtSekII/nawi_allg/biologie">https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/UnterrichtSekII/nawi_allg/biologie</a>	IQB-Seite mit Lernaufgaben: Aufgabe „Gelelektrophorese“ bietet Material zur Anwendung der DNA-Gelelektrophorese auf konkrete Beispiele wie Vaterschaftsanalysen im Zusammenhang mit dem genetischen Fingerabdruck

## UV Q1.2 LK Regulation der Genexpression und Krebs

### Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
inhaltliche Aspekte	Schülerinnen und Schüler können...	<i>Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte</i>
<p><b>Wie wird die Genaktivität bei Eukaryoten gesteuert?</b></p> <p>Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten:</p> <p>Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung, Histonmodifikation, RNA-Interferenz</p> <p>(ca. 10 Ustd.)</p>	<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> </ul>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Körperzellen: gleiches Erbgut – unterschiedliche Differenzierung</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Erkennen der unterschiedlichen Protein- und RNA-Ausstattung verschiedener menschlicher Zelltypen und Begründung der Phänomene durch zellspezifische Regulation der Genaktivität</i></li> <li>- <i>Erläuterung der Bedeutung von allgemeinen und spezifischen Transkriptionsfaktoren für die Transkriptionsrate und der zellspezifischen Reaktion auf extrazelluläre Signale wie etwa Myostatin zur Regulation des Muskelwachstums (Basiskonzept Steuerung und Regelung)</i></li> <li>- <i>Erstellung von Modellen zur Bedeutung epigenetischer Marker (DNA-Methylierung und z. B. Histon-Acetylierung) und kriteriengeleitete Diskussion der verschiedenen Modellierungen auch unter Berücksichtigung des Variablengefüges [1]</i></li> <li>- <i>Erläuterung des natürlichen Mechanismus der RNA-Interferenz bei Pflanzen und Tieren anhand einer erarbeiteten Modellierung ausgehend von verschiedenen Darstellungen und Präsentation der Ergebnisse [2]</i></li> <li>- <i>Reflexion des Zusammenspiels der verschiedenen Ebenen der Genregulation bei Eukaryoten unter Bezügen zu den Basiskonzepten Stoff- und Energieumwandlung sowie Steuerung und Regelung</i></li> </ul>



<p><b>Wie können zelluläre Faktoren zum ungehemmten Wachstum der Krebszellen führen?</b></p> <p>Krebs: Krebszellen, Onkogene und Anti-Onkogene, personalisierte Medizin</p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<p>- begründen Eigenschaften von Krebszellen mit Veränderungen in Proto-Onkogenen und Anti-Onkogenen (Tumor-Suppressor-Genen) (S3, S5, S6, E12).</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Krebsentstehung als Deregulation zellulärer Kontrolle des Zellzyklus [3]</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktivierung von Vorwissen zur Bedeutung des Zellzyklus und Anwendung von Zellwachstumshemmern (→ EF)</li> <li>- Erläuterung der Eigenschaften von Krebszellen und medizinischer Konsequenzen unter Berücksichtigung der Vielfalt von Tumorzellen (Basiskonzept Steuerung und Regelung)</li> <li>- Modellierung der Wirkweise der von Proto-Onkogenen und Anti-Onkogenen codierten Faktoren (wie etwa RAS und p53) in Bezug auf die Kontrolle des Zellzyklus</li> <li>- Formulierung von Hypothesen zu deren Fehlfunktion aufgrund von Mutationen unter Bezug auf Mechanismen der Genregulation (Basiskonzept Steuerung und Regelung) unter Einbezug der verschiedenen Systemebenen</li> </ul>
<p><b>Welche Chancen bietet eine personalisierte Krebstherapie?</b></p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p>- begründen den Einsatz der personalisierten Medizin in der Krebstherapie (S4, S6, E14, K13).</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Krebstherapie: Ermöglicht eine Personalisierung die Vermeidung von Nebenwirkungen?</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktivierung von Vorwissen zur Anwendung von Zellwachstumshemmern (→ EF)</li> <li>- Erläuterung der Nebenwirkungen von Zytostatika ausgehend von generellen Eigenschaften der Tumorzellen</li> <li>- Formulierung von Hypothesen zu Therapieansätzen unter Berücksichtigung der Vielfalt von Tumorzellen und der Verminderung von Nebenwirkungen bei systemischer Behandlung</li> <li>- Begründung einer Genotypisierung zum Beispiel vor der Chemotherapie mit 5-Fluorouracil [4] und ggf. weiterer Ansätze zu individualisierten Behandlungsmethoden [5, 6] (auch Einbezug von mRNA-Techniken ist möglich) auch unter Berücksichtigung der entstehenden Kosten durch medizinische Forschung und Produktion der Wirkstoffe</li> </ul>

### Weiterführende Materialien und Bausteine des Medienkonzepts Q2.2 LK:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=xshPL5hU0Kg&amp;t=104s">https://www.youtube.com/watch?v=xshPL5hU0Kg&amp;t=104s</a>	Max-Planck-Video Epigenetik
2	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=cL-lZnpY6Qg">https://www.youtube.com/watch?v=cL-lZnpY6Qg</a>	Max-Planck-Video RNA-Interferenz
3	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5648">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5648</a>	Arbeitsblätter und Materialien der SINUS-Gruppe zur Erarbeitung der Deregulation des Zellzyklus bei Krebszellen



Nr	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
4	<a href="https://www.bfarm.de/SharedDocs/Risikoinformationen/Pharmakovigilanz/DE/RV_STP/a-f/fluorouracil-neu.html">https://www.bfarm.de/SharedDocs/Risikoinformationen/Pharmakovigilanz/DE/RV_STP/a-f/fluorouracil-neu.html</a> <a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30348537/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30348537/</a> <a href="https://cdrjournal.com/article/view/2994">https://cdrjournal.com/article/view/2994</a>	Genotypisierung vor Behandlung mit 5-Fluorouracil bzw. Capecitabin zur Feststellung der passenden Dosierung des Wirkstoffs
5	<a href="https://www.aerzteblatt.de/archiv/105880/Personalisierte-Medizin-in-der-Onkologie-Fortschritt-oder-falsches-Versprechen">https://www.aerzteblatt.de/archiv/105880/Personalisierte-Medizin-in-der-Onkologie-Fortschritt-oder-falsches-Versprechen</a>	Übersichtsartikel zu personalisierter Medizin
6	<a href="http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul3_arbeitsblatt5.html">http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul3_arbeitsblatt5.html</a>	Das Unterrichtsmaterial „GENial einfach!“ wurde in Abstimmung mit Wissenschaftlern des Nationalen Genomforschungsnetzes (NGFN) sowie Didaktikern und Lehrkräften erstellt. Zu jedem Modul gibt es Arbeitsblätter mit Abbildungen und Aufgaben. Die Druckvorlagen der Arbeitsblätter sind komplett gestaltet. Jedes Modul schließt mit einer gestalteten Lernkontrolle – ebenfalls als PDF-Datei – ab.

## UV Q2.3 LK Humangenetik, Gentechnik und Gentherapie

### Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Sequenzierung: <b>Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Schülerinnen und Schüler können...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen <i>Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte</i>
<p><b>Welche Bedeutung haben Familienstammbäume für die genetische Beratung betroffener Familien?</b></p> <p>Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p>- analysieren Familienstammbäume und leiten daraus mögliche Konsequenzen für Gentest und Beratung ab (S4, E3, E11, E15, K14, B8).</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Ablauf einer Familienberatung bei genetisch bedingten Erkrankungen</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktivierung von Vorwissen zur Analyse verschiedener Erbgänge anhand des Ausschlussverfahrens (→ EF)</li> <li>- Reflexion der gewonnenen Erkenntnisse und Begründung der Anwendung von Gentests zur Verifizierung der Ergebnisse</li> <li>- Entwicklung von Handlungsoptionen im Beratungsprozess und Abwägen der Konsequenzen für die Betroffenen</li> <li>- ggf. Einsatz ergänzender Materialien zu genetischer Beratung [1]</li> </ul>
<p><b>Wie wird rekombinante DNA hergestellt und vermehrt?</b></p> <p>Gentechnik: Veränderung und Einbau von DNA, Gentherapeutische Verfahren</p> <p><b>Welche ethischen Konflikte treten bei der Nutzung gentechnisch veränderter Organismen auf?</b></p> <p>(ca. 8 Ustd.)</p>	<p>- erklären die Herstellung rekombinanter DNA und nehmen zur Nutzung gentechnisch veränderter Organismen Stellung (S1, S8, K4, K13, B2, B3, B9, B12).</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Insulinproduktion durch das Bakterium <i>Escherichia coli</i></b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erläuterung der Eigenschaften und Funktionen von gentechnischen Werkzeugen wie Restriktionsenzymen, DNA-Ligase und den Grundelementen eines bakteriellen Vektors sowie der Herstellung rekombinanter DNA und ihrer Vermehrung in Bakterien, ggf. Blau-Weiß-Selektion</li> <li>- Ableitung der erhöhten Komplexität der gentechnischen Manipulation eukaryotischer Systeme</li> <li>- Diskussion der Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen unter Berücksichtigung des Erhalts der Biodiversität, ökonomischer Aspekte, politischer und sozialer Perspektiven, ggf. Einbindung von [2]</li> <li>- Reflexion des Entscheidungsprozesses mit Unterscheidung zwischen deskriptiven und normativen Aussagen sowie Berücksichtigung der Intention der verwendeten Quellen</li> </ul>



<p><b>Welche ethischen Konflikte treten im Zusammenhang mit gentherapeutischen Behandlungen beim Menschen auf?</b></p> <p>Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie</p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<p>- bewerten Nutzen und Risiken einer Gentherapie beim Menschen und nehmen zum Einsatz gentherapeutischer Verfahren Stellung (S1, K14, B3, B7–9, B11).</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Monogene Erbkrankheiten (z. B. Mukoviszidose)</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Beschreibung der Unterschiede zwischen somatischer Gentherapie und Keimbahntherapie beim Menschen bei Unterscheidung deskriptiver und normativer Aussagen</li> <li>- Ableitung von Nutzen und Risiken bei somatischer Gentherapie und Keimbahntherapie für Individuum und Gesellschaft, Aufstellen von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen</li> <li>- Reflexion des Bewertungsprozesses aus persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Perspektive</li> <li>- ggf. Erläuterung der Möglichkeiten und Risiken gentherapeutischer Verfahren wie die Anwendung von CRISPR-Cas [3, 4] beim Menschen und Diskussion der relevanten Bewertungskriterien aus verschiedenen Perspektiven</li> </ul>
---	---	---

### Weiterführende Materialien und Bausteine des Medienkonzepts Q2.3 LK:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul3_arbeitsblatt2.html">http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul3_arbeitsblatt2.html</a>	Das Unterrichtsmaterial „GENial einfach!“ wurde in Abstimmung mit Wissenschaftlern des Nationalen Genomforschungsnetzes (NGFN) sowie Didaktikern und Lehrkräften erstellt. Zu jedem Modul gibt es Arbeitsblätter mit Abbildungen und Aufgaben. Die Druckvorlagen der Arbeitsblätter sind komplett gestaltet. Jedes Modul schließt mit einer gestalteten Lernkontrolle – ebenfalls als PDF-Datei – ab.
2	<a href="https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/UnterrichtSekII/nawi_allg/biologie">https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/UnterrichtSekII/nawi_allg/biologie</a>	IQB-Seite mit Lernaufgaben: Die Aufgabe „Transgener Bt-Mais“ bietet insbesondere Materialien zur Entwicklung der Bewertungskompetenz, die gentechnischen Grundlagen wurden adressatengerecht vereinfacht.
3	<a href="https://www.mpg.de/10766665/crispr-cas9">https://www.mpg.de/10766665/crispr-cas9</a>	CRISPR-Cas Film Max-Planck-Gesellschaft
4	<a href="https://www.transgen.de/forschung/2564.crispr-genome-editing-pflanzen.html">https://www.transgen.de/forschung/2564.crispr-genome-editing-pflanzen.html</a>	CRISPR-Cas Seite Genom-Editierung Pflanzen



# UV Q2.4 LK Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie

## Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
inhaltliche Aspekte	Schülerinnen und Schüler können...	<i>Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte</i>
<p><b>Wie lassen sich Veränderungen im Genpool von Populationen erklären?</b></p> <p>Synthetische Evolutionstheorie: Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift</p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<p>– begründen die Veränderungen im Genpool einer Population mit der Wirkung der Evolutionsfaktoren (S2, S5, S6, K7).</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Schnabelgrößen bei Populationen von Vögeln (z. B. beim Mittleren Grundfink oder Purpurastrild)</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Formulierung von Fragen zur Entwicklung der Merkmalsverteilung bei den Schnabelgrößen und Ableitung von Hypothesen zu den möglichen Ursachen</li> <li>- Erklärung der Variation durch Mutation und Rekombination und der Verschiebung der Merkmalsverteilung in der Population durch Selektion</li> <li>- Analyse der Bedeutung von Zufallsereignissen wie Gendrift und ihrem Einfluss auf die Allelvielfalt von Populationen</li> <li>- Erläuterung der Zusammenhänge zwischen den Veränderungen von Merkmalsverteilungen auf phänotypischer Ebene und den Verschiebungen von Allelfrequenzen auf genetischer Ebene unter Berücksichtigung ultimativer und proximativer Ursachen und der Vermeidung finaler Begründungen</li> </ul>
<p><b>Welche Bedeutung hat die reproduktive Fitness für die Entwicklung von Anpassungen?</b></p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p> <p><b>Wie kann die Entwicklung von angepassten Verhaltensweisen erklärt werden?</b></p> <p>(ca. 3 Ustd.)</p>	<p>– erläutern die Anpasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8).</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Abtransport leerer Eierschalen in Lachmöwenkolonien (TINBERGEN-Experiment)</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Formulierung von Fragen zur Entwicklung des Verhaltens in Lachmöwen-Kolonien und Ableitung von Hypothesen unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse [1]</li> <li>- Erläuterung des adaptiven Wertes von Verhalten unter Einbezug der reproduktiven Fitness und Berücksichtigung der Umweltbedingungen. Berücksichtigung proximativer und ultimativer Ursachen und Vermeidung finaler Begründungen [1]</li> <li>- Reflexion der verwendeten Fachsprache im Hinblick auf die Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen</li> </ul>



<p><b>Wie lässt sich die Entstehung von Sexualdimorphismus erklären?</b> (ca. 3 Ustd.)</p> <p>Synthetische Evolutionstheorie: adaptiver Wert von Verhalten, Kosten-Nutzen-Analyse, reproduktive Fitness</p>		<p><i>Kontext:</i> <b>Rothirsch-Geweih und Pfauenrad</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zum Sexualdimorphismus</li> <li>- Erläuterung der intrasexuellen und intersexuellen Selektion mithilfe einer Kosten-Nutzen-Analyse sowie der reproduktiven Fitness unter Vermeidung finaler Begründungen</li> <li>- Reflexion der Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen sowie der Berücksichtigung ultimativer und proximativer Ursachen</li> </ul>
<p><b>Wie lassen sich die Paarungsstrategien und Sozialsysteme bei Primaten erklären?</b></p> <p>Sozialverhalten bei Primaten: exogene und endogene Ursachen, Fortpflanzungsverhalten</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p>erläutern das Fortpflanzungsverhalten von Primaten datenbasiert auch unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (S3, S5, E3, E9, K7).</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Variabilität der Paarungsstrategien und Sozialsysteme bei Primaten</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ableitung der Zusammenhänge zwischen Reproduktionserfolg, ökologischer Situation und Paarungsstrategie für Männchen bzw. Weibchen und Entwicklung von Hypothesen zu den Strategien z. B. bei Krallenaffen [2]</li> <li>- Erläuterung der endogenen und exogenen Ursachen von Fortpflanzungsverhalten unter der Berücksichtigung proximativer und ultimativer Erklärungen und der Vermeidung finaler Begründungen</li> </ul>
<p><b>Welche Prozesse laufen bei der Koevolution ab?</b></p> <p>Synthetische Evolutionstheorie: Koevolution</p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p>	<p>reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8).</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Orchideen-Schwärmer und Stern von Madagaskar (Bestäuber-Blüte-Koevolution)</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anwendung der Synthetischen Evolutionstheorie auf das System Bestäuber-Blüte unter Berücksichtigung der jeweiligen Selektionsvorteile und Selektionsnachteile für die beiden Arten sowie Vermeidung finaler Begründungen</li> <li>- Ableitung einer Definition für Koevolution und Erläuterung verschiedener koevolutiver Beziehungen unter Berücksichtigung ultimativer und proximativer Ursachen und Vermeidung finaler Aussagen</li> <li>- Zusammenfassung der Erklärungsansätze für evolutive Prozesse auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung der Fachsprache</li> </ul>

## Weiterführende Materialien und Bausteine des Medienkonzepts Q2.4 LK:



Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6079">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6079</a>	<p>Dieses Zusatzmaterial beinhaltet Sachinformationen für die Lehrkraft sowie einen Entwurf für ein mögliches Vorgehen im Unterricht basierend auf den Verhaltensexperimenten bei Lachmöwen der Gruppe von N. TINBERGEN.</p>
2	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6080">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6080</a>	<p>Diese Zusatzmaterialien zur Evolution von Paarungsstrategien und Sozialsystemen bei Primaten bieten Sachinformationen und Materialien für Lehrkräfte, die ökologische und physiologische Daten sowie Informationen zum Paarungs- und Aufzuchtverhalten von Krallenaffen beinhalten.</p>



## UV Q2.5 LK Stammbäume und Verwandtschaft

### Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i> inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans  Schülerinnen und Schüler können...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen  <i>Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte</i>
<p><b>Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen?</b>  (ca. 4 Ustd.)</p>	<p>deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8).</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Universalhomologien und genetische Variabilität – ein Widerspruch?</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ableitung der molekularen Ähnlichkeiten aller Lebewesen auf DNA-, RNA- und Proteinebene sowie in Bezug auf grundsätzliche Übereinstimmungen bei der Proteinbiosynthese</li> <li>- Deutung molekularbiologischer Homologien bei konservierten Genen einerseits und sehr variablen Genen andererseits bei Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen</li> <li>- Ableitung phylogenetischer Verwandtschaften auf Basis des Sparsamkeitsprinzips und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen</li> </ul>
<p><b>Wie lässt sich die phylogenetische Verwandtschaft auf verschiedenen Ebenen ermitteln, darstellen und analysieren?</b>  (ca. 4 Ustd.)</p>	<p>analysieren phylogenetische Stammbäume im Hinblick auf die Verwandtschaft von Lebewesen und die Evolution von Genen (S4, E2, E10, E12, K9, K11).</p>	<p><i>Kontext:</i> <b>Ein ausgestorbenes Säugetier mit ungewöhnlichen Merkmalen: Macrauchenia</b> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zur Verwandtschaft von Macrauchenia mit rezenten Wirbeltieren bzw. Huftieren auf der Basis morphologischer Vergleiche [1]</li> <li>- Deutung der molekularen Ähnlichkeiten des Kollagens und Analyse des phylogenetischen Stammbaums unter Berücksichtigung möglicher Fehlerquellen</li> </ul>



<p><b>Wie lassen sich konvergente Entwicklungen erkennen?</b></p> <p>(ca. 3 Ustd.)</p> <p>molekularbiologische Homologien, ursprüngliche und abgeleitete Merkmale</p>	<p>- deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erläuterung der Verwendung morphologischer und molekularer Daten zur Erstellung von Stammbäumen und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen</li> </ul> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Vielfalt einer Genfamilie (z. B. Hämoglobin-Gene)</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Darstellung der molekularen Ähnlichkeiten auf DNA- und Proteinebene</li> <li>- Erklärung der Entstehung einer Genfamilie ausgehend von Genduplikationen und unabhängiger Entwicklung der einzelnen Genvarianten</li> <li>- Diskussion der Evolution von Genfamilien anhand von Gen-Stammbäumen und Abgrenzung zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen</li> </ul> <p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Wiederholt sich die Evolution? – Unabhängige Mutationen (z. B. in Myoglobin-Genen [2])</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Deutung der Übereinstimmungen im Hinblick auf die phylogenetische Verwandtschaft von Arten auf der einen Seite und den unabhängig voneinander entstandenen Mutationen auf der anderen Seite</li> <li>- Reflexion des Phänomens konvergenter Entwicklungen unter Einbezug der Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels (Basiskonzept Individuelle und evolutive Entwicklung)</li> </ul>
<p><b>Wie lässt sich die Synthetische Evolutionstheorie von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen abgrenzen?</b></p> <p>Synthetische Evolutionstheorie: Abgrenzung von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen</p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p>	<p>- begründen die Abgrenzung der Synthetischen Evolutionstheorie gegen nicht-naturwissenschaftliche Positionen und nehmen zu diesen Stellung (E15–E17, K4, K13, B1, B2, B5).</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Intelligent Design – eine Pseudowissenschaft</b></p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erläuterung der Merkmale naturwissenschaftlicher Theorien unter Berücksichtigung der Evidenzbasierung sowie Begründung der Einordnung des Intelligent Design als Pseudowissenschaft</li> <li>- Reflexion der verschiedenen Betrachtungsweisen evolutiver Prozesse durch Religion, Philosophie und Naturwissenschaften unter Berücksichtigung der Intention der jeweiligen Quelle</li> </ul>

**Weiterführende Materialien und Bausteine des Medienkonzepts Q1.5 LK:**



Nr	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6092">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6092</a>	<p>In diesem Zusatzmaterial sind Sachinformationen für Lehrkräfte zur Evolution der vor etwa 10 000 Jahren ausgestorbenen Gattung <i>Macrauchenia</i> zusammengefasst, deren systematische Zugehörigkeit durch molekulare Analysen ermittelt werden konnte.</p>
2	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6077">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6077</a>	<p>Dieses Zusatzmaterial erläutert durch Sachinformationen für Lehrkräfte, wie ausgehend von einer vorliegenden Klausuraufgabe die konvergente Entwicklung molekularer Anpassungen im Unterricht erarbeitet werden kann.</p>



# UV Q2.6 LK Humanevolution und kulturelle Evolution

## Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
inhaltliche Aspekte	Schülerinnen und Schüler können...	<i>Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte</i>
<p><b>Wie kann die Evolution des Menschen anhand von morphologischen und molekularen Hinweisen nachvollzogen werden?</b></p> <p>(ca. 7 Ustd.)</p>	<p>- diskutieren wissenschaftliche Befunde und Hypothesen zur Humanevolution auch unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit (S4, E9, E12, E15, K7, K8).</p>	<p><i>Kontext:</i>  <b>Stammbusch des Menschen – ein dynamisches Modell</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Formulierung von Hypothesen zu morphologischen Anpassungen des modernen Menschen an den aufrechten Gang im Vergleich zum Schimpansen unter Berücksichtigung proximaler und ultimer Erklärungen und Vermeidung finaler Begründungen</li> <li>- Erläuterung von Trends in der Hominidenevolution auf Basis von Schädelvergleichen und Reflexion der Vorläufigkeit der Erkenntnisse aufgrund der lückenhaften Fossilgeschichte</li> <li>- Diskussion der „Out-of-Africa“-Theorie unter Einbezug der Fossilgeschichte und genetischer Daten zu Neandertaler und Denisova-Mensch und Erläuterung der genetischen Vielfalt des modernen Menschen</li> </ul>
<p><b>Welche Bedeutung hat die kulturelle Evolution für den Menschen und andere soziale Lebewesen?</b></p> <p>(ca. 3 Ustd.)</p> <p>Evolution des Menschen und kulturelle Evolution:          Ursprung, Fossilgeschichte, Stammbäume und Verbreitung des heutigen Menschen, Werkzeuggebrauch, Sprachentwicklung</p>	<p>- die Bedeutung der kulturellen Evolution für soziale Lebewesen analysieren (E9, E14, K7, K8, B2, B9).</p>	<p><i>Kontext:</i>  <b>Kultur und Tradition – typisch Mensch?</b>  <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erläuterung der Begriffe Kultur und Tradition im Kontext der Humanevolution mit Einbezug des Werkzeuggebrauchs und der Sprachentwicklung unter Unterscheidung funktionaler und kausaler Erklärungen</li> <li>- Reflexion ultimer und proximaler Erklärungen zur kulturellen Evolution des Menschen unter Vermeidung finaler Begründungen</li> <li>- Analyse von Kommunikation und Tradition bei sozial lebenden Tieren (Werkzeuggebrauch bei Schimpansen, Jagdtechniken bei Orcas oder Delfinen) und multiperspektivische Diskussion ihrer Bedeutung</li> </ul>



## Übergeordnete Kompetenzerwartungen Ende der Sekundarstufe II

### Sachkompetenz

Die Schülerinnen und Schüler können ...

S1	schreiben biologische Sachverhalte sowie Anwendungen der Biologie sachgerecht.
S2	strukturieren und erschließen biologische Phänomene sowie Anwendungen der Biologie auch mithilfe von Basiskonzepten.
S3	erläutern biologische Sachverhalte, auch indem sie Basiskonzepte nutzen und fachübergreifende Aspekte einbinden.
S4	formulieren zu biologischen Phänomenen sowie Anwendungen der Biologie theoriegeleitet Hypothesen und Aussagen.
S5	strukturieren und erschließen die Eigenschaften lebender Systeme auch mithilfe von Basiskonzepten und erläutern die Eigenschaften unter qualitativen und quantitativen Aspekten.
S6	stellen Vernetzungen zwischen Systemebenen (Molekular- bis Biosphärenebene) dar.
S7	erläutern Prozesse in und zwischen lebenden Systemen sowie zwischen lebenden Systemen und ihrer Umwelt.
S8	erläutern die Entstehung und Bedeutung von Biodiversität sowie Gründe für deren Schutz und nachhaltige Nutzung.

### Erkenntnisgewinnung

Die Schülerinnen und Schüler können...

E1	beschreiben Phänomene und Beobachtungen als Ausgangspunkte von Untersuchungen.
E2	identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu biologischen Sachverhalten.
E3	stellen theoriegeleitet Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf.
E4	planen und führen hypothesengeleitete Beobachtungen, Vergleiche, Experimente und Modellierungen durch und protokollieren sie.
E5	berücksichtigen bei der Planung von Beobachtungen, Vergleichen, Experimenten sowie Modellierungen das jeweilige Variablengefüge.



E6	berücksichtigen die Variablenkontrolle beim Experimentieren.
E7	nehmen qualitative und quantitative Daten auch mithilfe digitaler Werkzeuge auf und werten sie aus.
E8	wenden Labor- und freilandbiologische Geräte und Techniken sachgerecht und unter Berücksichtigung der Sicherheitsbestimmungen an.
E9	finden in erhobenen oder recherchierten Daten Strukturen, Beziehungen und Trends, erklären diese theoriebezogen und ziehen Schlussfolgerungen.
E10	beurteilen die Gültigkeit von Daten und ermitteln mögliche Fehlerquellen.
E11	widerlegen oder stützen die Hypothese (Hypothesenrückbezug).
E12	diskutieren Möglichkeiten und Grenzen von Modellen.
E13	reflektieren die eigenen Ergebnisse und den eigenen Prozess der Erkenntnisgewinnung.
E14	stellen bei der Interpretation von Untersuchungsbefunden fachübergreifende Bezüge her.
E15	reflektieren Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses sowie der gewonnenen Erkenntnisse (z. B. Reproduzierbarkeit, Falsifizierbarkeit, Intersubjektivität, logische Konsistenz, Vorläufigkeit).
E16	reflektieren die Kriterien wissenschaftlicher Wissensproduktion (Evidenzbasierung, Theorieorientierung).
E17	reflektieren Bedingungen und Eigenschaften biologischer Erkenntnisgewinnung.

### Kommunikation

Die Schülerinnen und Schüler können...

K1	recherchieren zu biologischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus.
K2	wählen relevante und aussagekräftige Informationen und Daten zu biologischen Sachverhalten und anwendungsbezogenen Fragestellungen aus und erschließen Informationen aus Quellen mit verschiedenen, auch komplexen Darstellungsformen.
K3	prüfen die Übereinstimmung verschiedener Quellen oder Darstellungsformen im Hinblick auf deren Aussagen.



K4	analysieren Herkunft, Qualität und Vertrauenswürdigkeit von verwendeten Quellen und Medien sowie darin enthaltene Darstellungsformen im Zusammenhang mit der Intention der Autorin/des Autors.
K5	strukturieren und interpretieren ausgewählte Informationen und leiten Schlussfolgerungen ab.
K6	unterscheiden zwischen Alltags- und Fachsprache.
K7	erklären Sachverhalte aus ultimer und proximaler Sicht, ohne dabei unangemessene finale Begründungen zu nutzen.
K8	unterscheiden zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen
K9	nutzen geeignete Darstellungsformen für biologische Sachverhalte und überführen diese ineinander.
K10	verarbeiten sach-, adressaten- und situationsgerecht Informationen zu biologischen Sachverhalten.
K11	präsentieren biologische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien.
K12	prüfen die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate.
K13	tauschen sich mit anderen konstruktiv über biologische Sachverhalte auch in digitalen kollaborativen Arbeitssituationen aus und vertreten, reflektieren und korrigieren gegebenenfalls den eigenen Standpunkt.
K14	argumentieren wissenschaftlich zu biologischen Sachverhalten kriterien- und evidenzbasiert sowie situationsgerecht.

## Bewertung

Die Schülerinnen und Schüler können...

B1	analysieren Sachverhalte im Hinblick auf ihre Bewertungsrelevanz.
B2	betrachten Sachverhalte aus unterschiedlichen Perspektiven.
B3	unterscheiden deskriptive und normative Aussagen.
B4	identifizieren Werte, die normativen Aussagen zugrunde liegen.
B5	beurteilen Quellen hinsichtlich ihrer Herkunft und in Bezug auf spezifische Interessenlagen.
B6	beurteilen Möglichkeiten und Grenzen biologischer Sichtweisen.



B7	stellen Bewertungskriterien auf, auch unter Berücksichtigung außerfachlicher Aspekte.
B8	entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug und wägen sie ab.
B9	bilden sich kriteriengeleitet Meinungen und treffen Entscheidungen auf der Grundlage von Sachinformationen und Werten.
B10	reflektieren kurz- und langfristige, lokale und globale Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidung.
B11	reflektieren den Prozess der Bewertung aus persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Perspektive.
B12	beurteilen und bewerten Auswirkungen von Anwendungen der Biologie im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer, politischer und sozialer Perspektive.



### 3.3 Grundsätze der Leistungsbewertung

#### Sekundarstufe I

Die rechtlich verbindlichen Hinweise zur Leistungsbewertung sowie zu Verfahrensvorschriften sind im Schulgesetz §48 (1) (2) sowie in der APO-SI §6 (1) (2) dargestellt.

Die Leistungsbewertung bezieht sich auf die im Zusammenhang mit dem Unterricht erworbenen Kompetenzen, deren Entwicklung sich durch genaue Beobachtung von Schülerhandlungen feststellen lässt. Die Beobachtungen umfassen Qualität, Häufigkeit und Kontinuität der Beiträge, die die Schülerinnen und Schüler im Unterricht einbringen. Diese Beiträge sollen unterschiedliche mündliche, schriftliche und praktische Formen in enger Anbindung an die Aufgabenstellung und das Anspruchsniveau der jeweiligen Unterrichtseinheit umfassen.

Im Sinne der Orientierung an den zuvor formulierten Anforderungen sind grundsätzlich alle in Kapitel 2 des Kernlehrplans ausgewiesenen Kompetenzbereiche bei der Leistungsbewertung angemessen zu berücksichtigen. Überprüfungsformen schriftlicher, mündlicher und praktischer Art sollen deshalb darauf ausgerichtet sein, die Erreichung der dort aufgeführten Kompetenzerwartungen zu überprüfen. Ein isoliertes, lediglich auf Reproduktion angelegtes Abfragen einzelner Daten und Sachverhalte allein kann dabei den zuvor formulierten Ansprüchen an die Leistungsfeststellung nicht gerecht werden. Durch die zunehmende Komplexität der Lernerfolgsüberprüfungen im Verlauf der Sekundarstufe I werden die Schülerinnen und Schüler auf die Anforderungen der nachfolgenden schulischen und beruflichen Ausbildung vorbereitet. Bei Leistungen, die die Schülerinnen und Schüler im Rahmen von Partner- oder Gruppenarbeiten erbringen, ist der individuelle Beitrag zum Ergebnis der Partner- bzw. Gruppenarbeit einzubeziehen.

#### Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht“

Der Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht“ erfasst die im Unterrichtsgeschehen durch mündliche, schriftliche und praktische Beiträge erkennbare Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler. Bei der Bewertung berücksichtigt werden die Qualität, die Quantität und die Kontinuität der Beiträge. Der Stand der Kompetenzentwicklung im Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht“ wird sowohl durch kontinuierliche Beobachtung während des Schuljahres (Prozess der Kompetenzentwicklung) als auch durch punktuelle Überprüfungen (Stand der Kompetenzentwicklung) festgestellt. Zum Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht“ - ggf. auch auf der Grundlage der außerschulischen Vor- und Nachbereitung von Unterricht - zählen u.a. unterschiedliche Formen der selbstständigen und kooperativen Aufgabenerfüllung, mündliche, praktische und schriftliche Beiträge zum Unterricht, von der Lehrkraft abgerufene Leistungsnachweise wie z.B. die schriftliche Übung, von der Schülerin oder dem Schüler vorbereitete, in abgeschlossener Form eingebrachte Elemente zur Unterrichtsarbeit, die z.B. in Form von Präsentationen, Protokollen, Referaten und Portfolios möglich werden.

#### Mögliche Überprüfungsformen

Die Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans ermöglichen eine Vielzahl von Überprüfungsformen. Im Verlauf der Sekundarstufe I soll ein möglichst breites Spektrum der im Folgenden aufgeführten Überprüfungsformen in schriftlichen, mündlichen oder praktischen Kontexten zum Einsatz gebracht werden. Darüber hinaus können weitere Überprüfungsformen nach Entscheidung der Lehrkraft eingesetzt werden.

#### Darstellungsaufgaben

- Beschreibung und Erläuterung eines biologischen Phänomens, Konzepts oder Sachverhalts
- Darstellung von Daten bzw. Messwerten in Tabellen, Graphiken und Diagrammen
- Beschreibung und Erläuterung von Tabellen, Graphiken und Diagrammen
- zusammenfassende Darstellung eines komplexen biologischen Zusammenhangs (z.B. Lernplakat, concept map)

#### Experimentelle Aufgaben

- Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten und Untersuchungen
- Aufstellen und Überprüfen von Vermutungen und Hypothesen

#### Betrachtungs- und Beobachtungsaufgaben

- kriteriengeleitetes Betrachten von biologischen Strukturen
- kriteriengeleitetes Beobachten von biologischen Phänomenen und Vorgängen

#### Aufgaben zur Arbeit mit Modellen

- Erklärung eines Zusammenhangs oder Überprüfung einer Aussage mit einem Modell
- Anwendung eines Modells auf einen konkreten Sachverhalt
- Übertragung eines Modells auf einen anderen Zusammenhang
- Aufzeigen der Vorzüge und Grenzen eines Modells

#### Rechercheaufgaben

- Erarbeitung von biologischen Sachverhalten aus Texten und verschiedenen analogen und digitalen Darstellungen
- Analyse, Vergleich und Strukturierung recherchierter Informationen

#### Analyseaufgaben

- kriteriengeleiteter Vergleich
- Auswertung von Daten bzw. Messwerten zur Generierung von Hypothesen/Modellen (z.B. Stammbaumanalyse)
- Auswertung und Evaluation von experimentell gewonnenen Daten
- Prüfung und Interpretation von Ergebnissen und Daten im Hinblick auf Trends und Gesetzmäßigkeiten

#### Dokumentationsaufgaben

- Protokollieren von Untersuchungen und Experimenten
- Anfertigung von (mikroskopischen) Zeichnungen
- Anfertigung eines Herbars
- Dokumentation von Projekten
- Portfolio

#### Präsentationsaufgaben

- Kurzvortrag, Referat
- Posterpräsentation
- Vorführung/Demonstration eines Experimentes
- Erstellung eines Medienbeitrags (z. B. Erklärfilm)
- simulierte Diskussion (z.B. Podiumsdiskussion)

#### Bewertungsaufgaben

- Identifizierung biologisch relevanter Fakten



- Stellungnahme zu umstrittenen Sachverhalten und Medienbeiträgen
- Abwägen zwischen alternativen Lösungswegen
- Argumentation und Entscheidungsfindung in Konflikt- oder Dilemmasituationen

## Sekundarstufe II

Die Leistungserfolgsüberprüfungen gliedern sich in die beiden Beurteilungsbereiche „Klausuren“ und „Sonstige Mitarbeit“. Da die Facharbeit eine Klausur in Q1.2 ersetzen kann, wird sie dem Bereich „Klausuren“ zugeordnet. Beide Bereiche akzentuieren unterschiedliche Lernleistungen und sind daher gesondert zu beurteilen, besitzen jedoch den gleichen Stellenwert.

### Klausuren

Klausuren dienen der unmittelbaren Leistungsüberprüfung und –bewertung und geben damit Lehrenden wie Lernenden Aufschluss über das Erreichen der im Kursabschnitt gesetzten Ziele. Sie dienen in besonderer Weise der Überprüfung von Kompetenzen in der selbständigen, problemgerechten Materialauswertung, der stringenten Gedankenführung, der fach- und sachgerechten schriftlichen Darstellung und der Bewältigung einer Aufgabenstellung in vorgegebener Zeiteinheit.

Dabei sollen sie zunehmend im Laufe der gymnasialen Oberstufe auf die komplexen inhaltlichen und formalen Anforderungen des schriftlichen Teils der Abiturprüfungen vorbereiten. Dazu gehört u.a. auch die Schaffung angemessener Transparenz im Zusammenhang mit einer kriteriengeleiteten Bewertung. Zu den Klausuren wird ein Erwartungshorizont an die Schüler\*innen herausgegeben.

Dabei liegt dem Aufbau einer Klausur folgendes zugrunde:

- materialgebundene Aufgabenstellung
- Übergeordnete Thematik, nachgeordnetes Raumbeispiel
- Alle drei Anforderungsbereiche (AFB) sind enthalten (Beschreiben, Erläutern und Bewerten), wobei AFB III etwa 20% ausmachen sollte
- LK-Aufgaben heben sich ab durch reicheres Materialangebot, eine offeneren Themen- und Fragestellung, wobei die Zuordnung Material zu Teilaufgabe dem Schüler überlassen wird

### Sonstige Mitarbeit

Im Bereich „Sonstige Mitarbeit“ sind alle schriftlichen, mündlichen und praktischen Leistungen zu werten, die eine Schülerin bzw. ein Schüler im Zusammenhang mit dem Unterricht mit Ausnahme der Klausuren und Facharbeiten erbringt. Dazu gehören insbesondere:

- Beiträge zu Gesprächsformen im Unterricht
- die Leistungen in Hausaufgaben
- Protokoll
- schriftliche Übungen
- Mitarbeit in Projekten einschließlich Präsentationsleistungen
- Herstellen von Modellen und Produkten

Beurteilungskriterien sind dabei Planungs-, Organisations- und Systematisierungsfähigkeit, Grad der Selbständigkeit, Methodenbewusstsein und –kompetenz, aber auch Kreativität, Engagement, Kommunikations- und Teamfähigkeit.

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

Weiterhin werden folgende Leistungsanforderungen für eine gute bzw. ausreichende Leistung gegeben welche sich als Instrumente verstehen um eine prüfungsübergreifende Vergleichbarkeit der mündlichen Prüfungen zu gewährleisten. Ein aufgabenbezogener, konkreter Erwartungshorizont wird zusätzlich in jeder Prüfung für beide Prüfungsteile verwandt:

Erwartungshorizont/Kriterien für eine **gute** mündliche Prüfung im Fach Biologie:

*„Die Schülerin/der Schüler ist in der Lage, alle Aufgaben sachlich differenziert zu bearbeiten. Die Schülerin/der Schüler kann die vorgelegten Arbeitsmaterialien gut auswerten und ist in der Lage, diese miteinander zu vernetzen. Die sprachliche Form gelungen, die Fachterminologie wird präzise verwendet. Die Bearbeitung der Anforderungsbereiche I und II gelingt dabei in überzeugender Form, die Bearbeitung der Aufgaben des Anforderungsbereiches III müsste deutlich differenzierter ausfallen.“*

Erwartungshorizont/Kriterien für eine **ausreichende** mündliche Prüfung im Fach Biologie:

*„Die Schülerin/der Schüler bearbeitet überwiegend die Aufgaben der Anforderungsbereiche I und II. Die Lösungen zeigen sachliche Fehler. Die Auswertung der Arbeitsmittel ist eher oberflächlich und paraphrasierend, eine Vernetzung der Arbeitsmittel findet nur punktuell statt. Die Fachterminologie ist nicht sehr ausgeprägt oder fehlerhaft angewendet. Die Lösung des Anforderungsbereiches III gelingt nur oberflächlich.“*

### Sonderaspekt Facharbeiten:

Die Facharbeit ist eine umfangreichere schriftliche Ausarbeitung eines überschaubaren Themas und innerhalb eines vorgegebenen Zeitrahmens selbstständig zu erstellen. Ziel ist es, an einem konkreten Beispiel wissenschaftliche Methoden und Arbeitstechniken kennen zu lernen und anzuwenden. Insofern stellt die Facharbeit eine Vorstufe der an der Universität üblichen Seminararbeiten bzw. schriftlichen Hausarbeiten dar.

Die Facharbeit in Biologie muss einen praktischen Anteil (Experiment / Experteninterview / Umfrage) enthalten.

Bei der Anfertigung einer Facharbeit sollte selbständig folgendes erreicht werden:

- ein Thema suchen, eingrenzen und strukturieren,
- ein komplexes Arbeitsvorhaben planen und unter Beachtung der formalen und terminlichen Vorgaben durchführen,
- Informationen und Materialien beschaffen,
- diese Informationen und Materialien angemessen strukturieren und auswerten,
- zielstrebig arbeiten,
- Überarbeitungen vornehmen und Überarbeitungsprozesse aushalten,
- zu einer sprachlich angemessenen schriftlichen Darstellung gelangen und
- die wissenschaftlichen Darstellungskonventionen (z.B. Zitation und Literaturangaben) beherrschen lernen.

## Bewertungsraster für die Facharbeit in Biologie zur Erprobung im Schuljahr 2023/24

Dazu wird folgender Bewertungsrahmen vorgeschlagen:

Name: \_\_\_\_\_

Fach: \_\_\_\_\_

	<b>5 P.</b> d.h. keine oder kaum Mängel	<b>4 P.</b> d.h. leichte Mängel:	<b>3 P.</b> d.h. Mängel	<b>2-0 P.</b> d.h. schwere Mängel/Fehlen
<b>Form</b> (5%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Titelblatt vollständig, übersichtlich, ansprechend</li> <li>• Inhaltsverzeichnis tadellos</li> <li>• Seitenzahlen</li> <li>• Schreibformate durchgehend korrekt (Schriftgröße und -type; 1 1/2-zeilig, Seitenränder)</li> <li>• Selbstständigkeitserklärung</li> <li>• ordentliche/übersichtliche Gestaltung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Titelblatt vollständig, übersichtlich</li> <li>• Inhaltsverzeichnis</li> <li>• Seitenzahlen</li> <li>• Schreibformat weitgehend richtig (Schriftgröße und -type; 1 1/2-zeilig, Seitenränder)</li> <li>• Selbstständigkeitserklärung</li> <li>• Gestaltung weitgehend gelungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Titelblatt unvollständig</li> <li>• Inhaltsverzeichnis</li> <li>• Seitenzahlen</li> <li>• Schreibformate mit deutlichen Fehlern (Schriftgröße und -type; 1 1/2-zeilig, Seitenränder)</li> <li>• Selbstständigkeitserklärung</li> <li>• Gestaltung mit Mängeln</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Titelblatt fehlt</li> <li>• Inhaltsverzeichnis und Seitenzahlen stimmen nicht überein/ fehlt</li> <li>• Seitenzahlen fehlen</li> <li>• Schreibformate nicht berücksichtigt</li> <li>• Selbstständigkeitserklärung fehlt</li> <li>• unübersichtliche / unordentliche Gestaltung.</li> </ul>
<b>Einleitung</b> (5%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Themenstellung</li> <li>• Abgrenzung und Ziele der Arbeit</li> <li>• Methode</li> <li>• Überblick über den Gang der Arbeit</li> <li>• persönliche Motivation</li> <li>• sinnvoller Aufbau</li> <li>• zu den Aspekten wurde das Wesentliche genannt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ein Aspekt fehlt</li> <li>• inhaltlich leichte Mängel</li> <li>• Aufbau fast durchgehend sinnvoll</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zwei Aspekte fehlen</li> <li>• Inhalte</li> <li>• Aufbau (teilweise ungeordnet)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mehr als zwei Aspekte fehlen</li> <li>• inhaltlich größere Mängel</li> <li>• kein Aufbau erkennbar, ungeordnet</li> </ul>
<b>inhaltlicher Aufbau/ Gliederung</b> (5%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau u. Gliederung klar erkennbar</li> <li>• Aufbau entspricht Sachlogik</li> <li>• sinnvolle Kapitelbildung</li> <li>• angemessene Absätze innerhalb der Kapitel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau u. Gliederung erkennbar</li> <li>• Aufbau entspricht weitgehend der Sachlogik</li> <li>• weitgehend sinnvoll Kapitelbildung</li> <li>• Absätze innerhalb der Kapitel nicht immer angemessen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau u. Gliederung nur z. T. erkennbar</li> <li>• Aufbau entspricht nicht immer der Sachlogik</li> <li>• Kapitelbildung mit Schwächen</li> <li>• Absätze innerhalb der Kapitel fehlen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sachlogischer Aufbau kaum erkennbar</li> <li>• größere Gliederungsmängel, z.B. Einleitung, Hauptteil und Schluss sind nicht eindeutig voneinander getrennt</li> <li>• kaum / keine sinnvollen Absätze</li> </ul>
<b>Visualisierung</b> (5%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• selbst angefertigte, für das Verständnis hilfreiche Visualisierungen</li> <li>• thematisch angemessene Anzahl</li> <li>• thematisch sehr gut eingebunden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• für das Verständnis hilfreiche Visualisierungen, z. T. übernommen (mit Quellenangaben)</li> <li>• angemessene Anzahl</li> <li>• thematisch eingebunden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visualisierungen, die aber das Verständnis nicht besonders fördern</li> <li>• wenig Veranschaulichungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keine Visualisierungen</li> <li>• nicht hilfreich</li> <li>• ohne thematischen Bezug</li> </ul>



Stil (5%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>gut verständliche und angemessene Sprache</li> <li>abwechslungsreicher, grammatisch richtiger Satzbau</li> <li>souveräner Gebrauch der Fachsprache</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>gut verständliche und angemessene Sprache</li> <li>grammatisch richtiger Satzbau</li> <li>richtige Gebrauch der Fachsprache</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zum Teil Schwächen bei der sprachlichen Darstellung und angemessenen Formulierung</li> <li>Fachbegriffe zu wenig, z.T. falsch verwendet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>größere Schwächen bei der sprachlichen Darstellung und angemessenen Formulierung</li> <li>Fachsprache nicht oder falsch gebraucht</li> </ul>
--------------	--	---	---	---

Resümee (10%) P x 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zusammenfassung der Erkenntnisse</li> <li>Fazit, Schlussfolgerung</li> <li>Reflexion des Ergebnisses (wenn nicht schon vorher geschehen)</li> <li>Reflexion der Methode</li> <li>Reflexion des eigenen Arbeitsprozesses</li> <li>zu den Aspekten wurde das Wesentliche genannt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ein Aspekt fehlt</li> <li>inhaltlich leichte Mängel, z.B. zu knappe Begründungen oder Reflexionen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zwei Aspekte fehlen</li> <li>inhaltlich Mängel</li> <li>Aufbau teilweise ungeordnet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>mehr als zwei Aspekte fehlen</li> <li>inhaltlich größere Mängel</li> <li>kein Aufbau erkennbar, ungeordnet</li> </ul>
wissenschaftliche Arbeitsweise (10%) P x 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>formal richtig zitiert und verwiesen</li> <li>angemessen, d.h. bei zentralen Aussagen zitiert und verwiesen</li> <li>fehlerfreie Verzeichnisse (Literatur, Abbildungen, Tabellen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>formal weitgehend richtig zitiert und verwiesen</li> <li>weitgehend fehlerfreie Verzeichnisse (alphabetisch, vollständig, richtige Schreibweise)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mängel beim Zitieren und Verweisen</li> <li>Mängel bei den Verzeichnissen (unvollständig, fehlerhaft)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>nicht oder kaum zitiert / verwiesen</li> <li>Verweise / Zitate nicht zuzuordnen</li> <li>große Mängel bei den Verzeichnissen / fehlend</li> </ul>
Bearbeitung und Darstellung der sachlichen Zusammenhänge, Auseinandersetzung (50%) P x 10	<ul style="list-style-type: none"> <li>gut nachvollziehbare, vollständige Analyse und Darstellung der Zusammenhänge</li> <li>differenzierte und ausführliche Auseinandersetzung mit der Problemstellung, z.B. unter Einbezug verschiedener Positionen</li> <li>eigenes, stimmiges abschließendes Urteil, das aus der Arbeit erwächst</li> <li>Erkennbare Selbständigkeit im Umgang mit Thema, Quellen und Materialien</li> <li>gute Beherrschung fachspezifischer Methoden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse und Darstellung der Zusammenhänge mit leichten Mängeln</li> <li>Auseinandersetzung mit der Problemstellung, z. B. unter Einbezug verschiedener Positionen</li> <li>abschließendes begründetes Urteil</li> <li>Erkennbar weitgehende Selbständigkeit im Umgang mit Thema, Quellen und Materialien</li> <li>weitgehend gute Beherrschung fachspezifischer Methoden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mängel bei der Analyse und der Darstellung der Zusammenhänge</li> <li>Auseinandersetzung mit der Problemstellung, u. U. wenig Bezug auf bekannte Positionen</li> <li>eigenes Urteil nur kurz begründet</li> <li>nur ansatzweise Selbständigkeit im Umgang mit dem Thema, Quellen und Materialien (Übernahme von Positionen und Meinungen, kaum eigene Begründungen)</li> <li>Mängel bei den fachspezifischen Methoden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>größere Mängel bei der Analyse und der Darstellung der Zusammenhänge</li> <li>Lücken in der Darstellung,</li> <li>kaum Auseinandersetzung mit der Problemstellung/ kaum Bezug auf bekannte Positionen zur Problemstellung/ kein,</li> <li>nicht nachvollziehbares oder nicht begründetes eigenes Urteil</li> <li>keine Selbständigkeit im Umgang mit Thema, Quellen und Materialien ( weitgehende Übernahme von Positionen, Meinungen)</li> <li>große Mängel bei den fachspezifischer Methoden oder Fehlern</li> </ul>

Anmerkungen (z.B. sonstige Leistungen)	
--	--

Gesamtpunkte: \_\_\_\_ von max. 100 Punkten

Mängel bei der sprachlichen Richtigkeit führen zu einem Abzug um ..... Notenpunkte (max. 3).

Ort, Datum

Note

Unterschrift



<b>Notenschlüssel</b>					
<b>sehr gut +</b>	<b>sehr gut</b>	<b>sehr gut -</b>	<b>gut +</b>	<b>gut</b>	<b>gut -</b>
15	14	13	12	11	10
100-95	94-90	89-85	84-80	79-75	74-70
<b>befriedigend +</b>	<b>befriedigend</b>	<b>befriedigend -</b>	<b>ausreichend +</b>	<b>ausreichend</b>	<b>ausreichend -</b>
9	8	7	6	5	4
69-65	64-60	59-55	54-50	49-45	44-39
<b>mangelhaft +</b>	<b>mangelhaft</b>	<b>mangelhaft -</b>	<b>ungenügend</b>		
3	2	1	0		
38-33	32-27	26-20	19-0		

#### 4. Fächerübergreifende Aspekte

Biologisches Verständnis erfordert, zwischen den verschiedenen Systemebenen von der Zelle über Organismen bis hin zur Biosphäre gedanklich zu wechseln und unterschiedliche Perspektiven einzunehmen. Damit gelingt es in biologischen Kontexten in besonderem Maße, sowohl multiperspektivisches wie auch systemisches Denken zu entwickeln. Die interdisziplinäre Verknüpfung von Schritten einer kumulativen Kompetenzentwicklung, inhaltliche Kooperationen mit anderen Fächern und Lernbereichen sowie außerschulisches Lernen und Kooperationen mit außerschulischen Partnern können sowohl zum Erreichen und zur Vertiefung der jeweils fachlichen Ziele, als auch zur Erfüllung übergreifender Aufgaben beitragen.

Für das Verständnis biologischer Zusammenhänge ziehen Schülerinnen und Schüler Kompetenzen und Erkenntnisse aus dem Chemie- und Physikunterricht heran. Auf diese Weise werden eigene Sichtweisen, Bezüge der Fächer aufeinander, aber auch deren Abgrenzungen erfahrbar.

#### 5. Einsatz digitaler Medien im Unterricht

Um eine lernförderliche Umgebung zu schaffen und am Umgang mit digitalen Medien im Fach Biologie Interesse zu wecken, arbeiten die Lehrerinnen und Lehrer im Fach Biologie oft mit digitalen Medien: So wird im Einstiegsbereich oft der Beamer verwendet, um das Herausarbeiten einer geeigneten Problemfrage mit passenden Medien – Bild, Video oder Audio – zu leisten. Im Fachraum Biologie III nutzen die Lehrerinnen und Lehrer ein interaktives Whiteboard, um Hypothesen zu sammeln, Medien abzuspielen, Arbeitsergebnisse zu sichern, Texte zu markieren oder Computerprogramme einzubinden, die durch das Whiteboard gesteuert werden können. Die Arbeit an mobilen Computern, um bspw. Arbeitsergebnisse für alle sichtbar darzustellen, wird von Lehrern der Biologie oft durchgeführt.

Die SuS üben ihre Medienkompetenz in den verschiedenen Klassen und Stufen ein: In der Erprobungsstufe der Sekundarstufe I führen die SuS unter Aufsicht einfache Rechercharbeiten im Computerraum durch und erstellen Powerpoint Präsentationen über Haus- und Nutztiere. In der Mittelstufe eignen sich ökologische Phänomene wie z.B. Nahrungsnetze, Nahrungsketten, Biomassenpyramiden und Räuber-Beute Beziehungen dazu, Grafiken eigenständig am Computer zu entwickeln oder Statistiken durch Excel auszuwerten. Enzymatische Prozesse in der EF, molekulargenetische Prozesse des Zellkerns in der Q1 oder chemische Prozesse in der Synapse in der Q2 eignen sich dazu, Animationen (auch Stopp-Motions genannt) herzustellen und mit eigens erstellten Tonspuren zu verbinden.

#### 6. Exkursionen und außerschulische Lernorte

Durch die unmittelbare Begegnung mit Lebewesen und der Natur ermöglicht der Biologieunterricht primäre Naturerfahrungen, die einen wesentlichen Beitrag zur Wertschätzung und Erhaltung der biologischen Vielfalt leisten sowie affektive Haltungen beeinflussen und ästhetisches Empfinden wecken.

Schülerinnen und Schüler entwickeln ein Verständnis für die wechselseitige Abhängigkeit von

Mensch und Umwelt und werden für einen verantwortungsvollen Umgang mit der Natur sensibilisiert. Diese Erkenntnisse führen zu Perspektiven und Anwendungen, die in Abgrenzung zu den anderen Naturwissenschaften den Menschen als Teil und als Gestalter der Natur betreffen.

Eine wichtige Rolle spielen zudem Exkursionen und der Besuch außerschulischer Lernorte wie beispielsweise Schülerlabore, Zooschulen, Umweltzentren oder Museen.

## 7. Das Fach Biologie im Kontext der Europaschule

In unserer heutigen Zeit rückt das Thema Artensterben und der daraus resultierende Natur- bzw. Artenschutz immer weiter in den Vordergrund. Ob durch anthropogene oder klimatische Einflüsse sollte eine Artenvielfalt in Europa über Landesgrenzen hinaus aufrechterhalten werden. Damit die Schülerinnen und Schüler über eine ausreichende Artenkenntnis verfügen, setzen sie sich bereits in der Erprobungsstufe mit endemisch vorkommenden Tier- und Pflanzenarten auseinander. Denn nur wer Arten kennt, weiß diese auch zu schützen.

Darüber hinaus wird in der Mittelstufe das Fortbestehen der europäischen Wälder thematisiert, welche essentiell für intakte Ökosysteme sind. Diese unterscheiden sich je nach Klimazone mit ihren spezifischen Eigenschaften voneinander. In der Oberstufe werden anschließend anthropogene Einflüsse bspw. Neobiota thematisiert. Somit soll in der gesamten Schullaufbahn kontinuierlich die Komplexität der europäischen Ökosysteme vertieft und das Wissen über mögliche Schutzmechanismen für die Zukunft gefördert werden.

Des Weiteren sind im Fach Biologie ebenfalls ethische Fragestellungen von großer Bedeutung, dessen Interpretation sich je nach der landestypischen Gesetzeslage voneinander unterscheidet. Diese Fragestellungen wären bspw. die Einstellung gegenüber Massentierhaltung oder dem Schwangerschaftsabbruch. Durch diese Thematisierung sollen die Schülerinnen und Schüler innerhalb ethischer Konflikte sensibilisiert werden. Zur Diskussion könnte ebenfalls stehen, ob es Unterschiede der Gesetzeslage innerhalb Europas geben sollte, oder ob nicht eine einheitliche Regelung sinnvoll wäre.

In der folgenden Auflistung wird deutlich, bei welchen Themengebieten eine Verknüpfung zu Europa hergestellt wird:

Sek I	Jgst. 5/6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiere und Pflanzen in ihrem Lebensraum: Artenvielfalt in Europa</li> <li>• Tiere und Pflanzen, die der Mensch nutzt: Massentierhaltung und Nutzpflanzen in europäischen Ländern</li> </ul>
	Jgst. 8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ökosystem Wald: verschiedene Wälder Europas und ihre Eigenschaften</li> <li>• Angepasstheiten von Pflanzen in verschiedenen Klimazonen Europas</li> <li>• Der Mensch erobert die Erde: Evolutionäre Trends und Verbreitungsgebiete von Hominiden in Europa</li> </ul>
	Jgst. 9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sexualität: Verhütung und Schwangerschaftsabbruch – kulturelle und rechtliche Unterschiede in Europa</li> </ul>
Sek II	Q1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ökologie: Einfluss von Neobiota auf europäische Ökosysteme</li> </ul>
	Q2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Genetik: Stammzellforschung und rechtliche Grundlagen in Europa</li> </ul>

## 8. Der Beitrag des Fachs im Rahmen der Ganztagschule

Um den Ganzttag am Geschwister-Scholl-Gymnasium zu vervollständigen, werden im Fach Biologie Zusatzstunden in Form von Lernzeiten erteilt.

Die Lernzeit NW (Biologie, Chemie, Physik) fördert gezielt stärkere Schülerinnen und Schüler durch Fokussierung auf methodisch wie inhaltlich übergeordnete Kompetenzen wie Teamarbeit, naturwissenschaftlicher Weg der Erkenntnisgewinnung als auch gesellschaftsrelevante Aspekte der Nachhaltigkeit.

Projektartig werden in der Lernzeit verschiedene Kompetenzen gestärkt, darunter Teamfähigkeit, Kreativität, Mess- und Aufnahmetechniken, Elektronik und Programmierung, Wissenschaftliche Dokumentation, Analyse und Beurteilung sowie Diskussionen im Plenum.

Darüber hinaus wird die Lernzeit in Kooperation mit einer Lerngruppe der OGGS Birth in dem Bereich Programmierung und Elektronik stattfinden um die altersübergreifende Zusammenarbeit, den Wissensaustausch und vor allem das Interesse an gemeinsamen Problemlösungen zu verstärken.

Hauptkontext bietet für die Lernzeit NW die Teilnahme am BundesUmweltWettbewerb (BUW) unter dessen alljährlichen Motto verschiedene Projekte entwickelt, durchgeführt und evaluiert werden. Während der Erarbeitungsphase werden individuell verschiedene Kompetenzen aus den Kompetenzkatalogen der MINT-Fächer vertieft, ggf. aufgebaut.

Des Weiteren können in der Lernzeitschiene „Silentium“ eigenständig biologische Projekte erarbeitet werden, die anschließend im Unterricht vorgestellt werden könnten. Die Schülerinnen und Schüler arbeiten vollkommen eigenständig und können sich auf individuelle Weise mit den vorgeschlagenen Themengebieten auseinandersetzen. Dies fördert im besonderen Maße Selbstständigkeit und Kreativität.

Darüber hinaus wird das am Geschwister-Scholl-Gymnasium etablierte Ganztagsangebot durch die „Schulgarten-AG“ erweitert. Der Schulgarten wird kontinuierlich durch die Schülerinnen und Schüler der Klassenstufen 5 bis 9 sowohl durch Obst- und Gemüsepflanzen als auch Gewächshäuser erweitert. Hierbei erlernen Sie im besonderem Maße Teamwork-Fähigkeiten, vertiefen ihre Artenkenntnis und erleben die Jahreszeiten. Der Schulgarten kann außerdem von allen Schülerinnen und Schülern in den Pausen besucht und als Rückzugsort genutzt werden.

## 9. Gender Mainstreaming

„Es ist wichtig zu wissen, dass Mädchen nervöser und ängstlicher vor Prüfungen sind als Jungen (vergleiche Koch-Priewe, 2009: 21).“

Diese Ansichten haben in den 2000ern bis 2010ern dazu geführt den Begriff „Gender Mainstream“ in unserer Gesellschaft im Sprach- wie Handlungsgebrauch einströmen zu lassen; mit der Folge einer starken Förderung der Mädchen, insbesondere im naturwissenschaftlichen Bereich. Es stellt sich aber in modernerer Betrachtung heraus, dass die gesellschaftliche Durchsetzungsfähigkeit der Mädchen als auch das Selbstwertgefühl in kaum einer Weise denjenigen von Jungen hinterherhängt, weshalb wieder auf eine ausgeglichene, gemeinschaftliche Weise unterrichtet wird. Allerdings ist Genderneutralität in unserer Sprache noch nicht vollständig umgesetzt. Deshalb gilt es in Unterrichtsprozessen die Interaktion zwischen Lehrenden und Lernenden zu beachten. Bei diesem Prozess kann durch unterschiedliche Kommunikationsstile und

Wortwahl die Atmosphäre positiv oder negativ beeinflusst werden. Ein Aspekt ist dabei, auf eine gendergerechte Sprache zu achten. Durch den Gebrauch von Bezeichnungen wie "Biologe" und "Biologin" entstehen Vorstellungen im Kopf, die einen Einfluss auf Berufsbilder haben. Untersuchungen zur Verwendung des Wortschatzes in der Grundschule haben gezeigt, dass der vermittelte Wortschatz eher den Interessen von Mädchen entgegenkommt als denen von Jungen (vergleiche Stürzer und andere, 2003: 121). Dem sollte eine Lehrkraft Aufmerksamkeit widmen.

#### 10. Beitrag des Fachs zur Verbraucherbildung

In dem Bestreben, die Konsumkompetenz der SuS zu fördern, damit sie verantwortliche Entscheidungen und Handlungen gegenüber sich selbst, ihren Mitmenschen und ihrer Umwelt tätigen können, beginnt der Biologieunterricht bereits in der Erprobungsstufe damit, die Vor- und Nachteile der verschiedenen Haltungformen bei Schweinen und Hühnern herauszuarbeiten und damit aufzuzeigen, warum bestimmte Tierprodukte im Handel teurer sind und der einzelne Verbraucher durch die Unterstützung bestimmter Produkte Verantwortung übernehmen kann. Im Kontext der Verbraucherbildung ist auch die Thematisierung von gesunder Ernährung in Klasse 6 (UV 6.3. "Bau und Leistungen des menschlichen Körpers") zu verstehen, bei der die SuS Erkenntnisse zum Thema gesunde Ernährung und Fehlernährung erlangen. Daran schließt sich die Thematisierung von Ökosystemen und der anthropogene Einfluss auf diese in Klasse 8 an. Die SuS haben die Möglichkeit zu realisieren, dass der Mensch ein Teil des Ökosystems ist, der allerdings massiven Einfluss ausüben kann und deswegen besondere Verantwortung für die Umwelt trägt. Auch das darauffolgende Themenfeld Evolution nimmt Bezug auf die Verbraucherbildung: Die SuS lernen anhand der Evolution des Menschen, dass Sozialität und kooperative Verhaltensweisen Kernpunkte der frühen Entwicklung zum und des Menschen waren. Auch das Inhaltsfeld Neurobiologie der Klasse 9 zeigt den SuS verantwortliches Entscheiden und Handeln in Bezug auf Alltagsdrogen oder verbotene Drogen auf.

## 11. Wettbewerbe und Zukunftsvisionen

Schülerinnen und Schüler der Erprobungsstufe nehmen neben dem Unterricht und dem Ganztagsangebot an dem HEUREKA!-Wettbewerb teil. Dieser ist ein Multiple Choice Wettbewerb, welcher online im Internet durchgeführt werden kann. Es werden Fragen zum Thema Mensch und seiner Umwelt gestellt, die sowohl Tiere und ihre Rekorde, wie auch Pflanzen beinhaltet. Außerdem werden das Wetter, chemische und physikalische Phänomene ebenso thematisiert wie die Themen Technik, Energie und Fortschritt. Ausgezeichnet werden mindestens die Schüler/innen mit den besten drei Ergebnissen pro Klassenstufe in jeder Schule. Alle zu gewinnenden Preise haben im weiteren Sinne auch etwas mit dem Thema des Wettbewerbs zu tun. Dazu gehören Experimentierkästen, Spiele und Bücher.

Für die Zukunft und Weiterentwicklung des Geschwister-Scholl-Gymnasiums hat das Fach Biologie einige Zukunftsvisionen, die im Laufe der Jahre je nach finanziellen und personellen Ressourcen verwirklicht werden sollen:

2019 haben wir begonnen eine Vernetzung der Institutionen Gymnasium, Grundschule und Stadtteilzentrum herzustellen, sodass auf diesem Wege problembehaftete soziale Schichten frühzeitig durch Bildungsangebote, gemeinsame Unterrichtseinheiten und gemeinsames soziales Lernen gezielt „abgeholt“ werden könnten. Dazu konnte das GSG die Bereiche Schulgarten, Facharbeiten (in Form von geplanten wie durchgeführten Unterrichtseinheiten mit Grundschulklassen) als auch Calliope-Arduino-Mikrocontroller-Arbeitsgruppen integrativ gestalten. Es werden Schüler\*innen ab der Klasse 3 spiralcurricular in die Lernzeitarbeit der Klassen 5 und 6 eingebunden, um gemeinsam an programmier- und elektrotechnischen Problemlösungen im Sinne des DIY-Ansatzes zu arbeiten. In klassenübergreifenden Kleinprojekten können weitere Grundschüler\*innen mit Schüler\*innen des GSG in gärtnerischen Tätigkeiten kreativ werden. Im weiteren Verlauf sind die Kontakte zum Campus Velbert/Heiligenhaus der HS Bochum intensiviert worden, um die permanente Lernbegleitung unserer Schüler\*innen noch stärker auszuweiten.

Die Übergangsstellen Grundschule-Gymnasium-Uni, und mit dem Standort der HS auch der Übergang zum Berufswesen (durch den dort angebotenen Dualen Studiengang), werden damit immer fließender. Mit diesem „Campus“-Stil könnten Kinder unabhängig vom finanziellen Status des Elternhauses mit High-Tech-Komponenten in Kontakt gebracht werden.

In den nächsten Jahren werden hier die Bemühungen des GSG verstärkt und im Wandel der gesellschaftlichen Bedürfnisse stetig angepasst.