

# Schulinterner Lehrplan

## Sekundarstufe II (G9)



Schiller-Gymnasium Köln

**Fach: Biologie**

Stand: 19.01.2025

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit .....</b>	<b>3</b>
1.1	Fachliche Bezüge zum Leitbild der Schule.....	3
1.2	Fachliche Bezüge zu den Rahmenbedingungen des schulischen Umfelds .....	4
1.3	Fachliche Bezüge zu schulischen Standards zum Lehren und Lernen.....	4
1.4	Fachliche Zusammenarbeit mit außerunterrichtlichen Partnern .....	4
<b>2</b>	<b>Entscheidungen zum Unterricht.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1</b>	<b>Unterrichtsvorhaben .....</b>	<b>5</b>
2.1.1	Einführungsphase.....	5
2.1.2	Qualifikationsphase Grundkurs.....	18
2.1.3	Qualifikationsphase Leistungskurs.....	50
<b>2.2</b>	<b>Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit .....</b>	<b>96</b>
<b>2.3</b>	<b>Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung.....</b>	<b>97</b>
2.3.1	Klausuren.....	100
2.3.2	Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen“ .....	103
<b>3</b>	<b>Lehr- und Lernmittel.....</b>	<b>105</b>
<b>4</b>	<b>Entscheidungen zu fach- oder unterrichtsübergreifenden Fragen .....</b>	<b>105</b>
<b>5</b>	<b>Qualitätssicherung und Evaluation .....</b>	<b>106</b>

# 1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

## 1.1 Fachliche Bezüge zum Leitbild der Schule

Im Fach Biologie am Schiller-Gymnasium in NRW stehen fachliche Inhalte nicht isoliert, sondern eingebettet in das Leitbild der Schule, das auf Vielfalt, Verantwortung und Zusammenarbeit basiert. Chemie als Wissenschaft bietet zahlreiche Anknüpfungspunkte, um die Werte und Ziele des Schiller-Leitbilds zu fördern und zu unterstützen.

### **Vielfältig und verantwortungsvoll:**

Biologie ist eine vielseitige Naturwissenschaft, die in verschiedenen Bereichen des Alltags, der Industrie und der Forschung Anwendung findet. Die Vielfalt der biologischen Phänomene und Prozesse spiegelt sich somit unmittelbar in der Vielfalt des Schullebens am Schiller-Gymnasium wider. Durch praxisnahe Anwendungen, Experimente und Projekte können Schüler\*innen die Bedeutung der Biologie für verschiedene Lebensbereiche kennenlernen und verstehen, wie sie Verantwortung für den Umgang mit Lebewesen übernehmen können. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf dem bewussten und nachhaltigen Umgang mit Ressourcen sowie dem Umweltschutz.

### **Mutig und miteinander:**

Mutiges Handeln und respektvolles Miteinander sind zentrale Werte, die im Biologieunterricht gefördert werden. Experimente erfordern oft Mut, sich auf Neues einzulassen und aus Fehlern zu lernen. Durch kooperative Arbeitsformen und Gruppenprojekte werden Schüler\*innen ermutigt, gemeinsam Herausforderungen anzugehen und voneinander zu lernen. Ein respektvoller Umgang miteinander sowie die Anerkennung unterschiedlicher Perspektiven sind dabei von großer Bedeutung.

### **Schiller lernen:**

Der Biologieunterricht am Schiller-Gymnasium fördert eigenverantwortliches und ganzheitliches Lernen. Schüler\*innen werden ermutigt, selbstständig zu experimentieren, Fragestellungen zu entwickeln und Lösungswege zu finden. Dabei werden auch digitale Medien als Hilfsmittel genutzt, um Lernprozesse zu unterstützen und Inhalte anschaulich zu vermitteln. Kreativität und Kooperation stehen im Mittelpunkt, um ein nachhaltiges Verständnis für chemische Zusammenhänge zu entwickeln.

### **Verlässlich und nachhaltig:**

Im Biologieunterricht werden gemeinsame Standards und Regeln eingehalten, um einen sicheren Umgang mit Chemikalien und Geräten zu gewährleisten. Regelmäßige Absprachen und Reflexionen helfen dabei, Lernziele zu setzen und den Lernfortschritt zu überprüfen. Eine konstruktive Feedbackkultur ermöglicht es Schüler\*innen, aus ihren Erfahrungen zu lernen und sich kontinuierlich weiterzuentwickeln. Durch die Vermittlung von biologischem Grundwissen und das Bewusstsein für nachhaltige Lösungen leistet der Chemieunterricht einen Beitrag zu einer verantwortungsvollen Gestaltung unserer Welt.

Insgesamt trägt der Biologieunterricht am Schiller-Gymnasium dazu bei, die Werte und Ziele des Leitbilds der Schule zu verinnerlichen und umzusetzen. Durch vielfältige, mutige und verantwortungsvolle Lernprozesse werden Schüler\*innen ermutigt, sich zu eigenständigen, selbstbewussten und verantwortungsvollen Menschen zu entwickeln, die aktiv zum Wohl der Gesellschaft beitragen.

## **1.2 Fachliche Bezüge zu den Rahmenbedingungen des schulischen Umfelds**

Das Schiller-Gymnasium liegt am südlichen Rand der Kölner Innenstadt, in einem Stadtgebiet, das von dichter Wohnbebauung und der Nähe der Universität geprägt ist. Es ist vierzünftig und hat ca. 1.000 Schüler\*innen.

Die Schule teilt sich das Schulgelände mit dem Elisabeth-von-Thüringen-Gymnasium, mit dem es in der Oberstufe auch Leistungskurse in Kooperation anbietet. Darüber hinaus hat das Schiller-Gymnasium kein besonderes naturwissenschaftliches Profil.

Der Fachgruppe Biologie gehören im laufenden Schuljahr 12 Kolleginnen und Kollegen an.

## **1.3 Fachliche Bezüge zu schulischen Standards zum Lehren und Lernen**

Im Fach Biologie am Schiller-Gymnasium orientieren wir uns an den schulischen Standards, die eine fundierte und zeitgemäße Ausbildung unserer Schüler\*innen gewährleisten. Diese Standards bilden die Grundlage für die Entwicklung von Lehrplänen und Unterrichtseinheiten, die sowohl die fachlichen als auch die überfachlichen Kompetenzen der Lernenden fördern.

Die curricularen Vorgaben betonen die Bedeutung von experimentellem Lernen und der Anwendung biologischer Fachinhalte in realen Kontexten. Durch praktische Experimente und Projekte werden die Schüler\*innen dazu angeregt, wissenschaftliche Fragestellungen selbstständig zu formulieren, Hypothesen aufzustellen und diese durch systematische Untersuchungen zu überprüfen. Dies fördert nicht nur das Verständnis biologischer Prinzipien, sondern auch die Entwicklung von Problemlösungsfähigkeiten und kritischem Denken.

Darüber hinaus legen wir Wert auf die Integration von fächerübergreifenden Themen, die den Schüler\*innen helfen, biologische Inhalte in einen breiteren gesellschaftlichen und ökologischen Kontext einzuordnen. Die Auseinandersetzung mit aktuellen Themen wie Nachhaltigkeit, Energiegewinnung und Umweltschutz wird in den Unterricht eingebunden, um das Bewusstsein für die Relevanz der Biologie im Alltag zu schärfen.

## **1.4 Fachliche Zusammenarbeit mit außerunterrichtlichen Partnern**

Im Rahmen des Inhaltsfelds Genetik können Besuche in Schülerlabors durchgeführt werden, welche Versuche unter echten Laborbedingungen ermöglichen. Im Inhaltsfeld Ökologie kann die Grüne Schule der Flora Köln besichtigt werden, wo ein schülerorientiertes Programm zur Stadtbegrünung durchlaufen wird. Im Inhaltsfeld Evolution kann die Zooschule Köln oder die Flora Köln besucht werden. Bei allen außerunterrichtlichen Partnern muss sich jedoch immer nach freien Kapazitäten sowie den verfügbaren finanziellen Mitteln gerichtet werden.

## 2 Entscheidungen zum Unterricht

### 2.1 Unterrichtsvorhaben

#### 2.1.1 Einführungsphase

##### 2.1.1.1 Übersichtsraster EF

<p>Unterrichtsvorhaben I</p> <p><b>Thema:</b> Aufbau und Funktion der Zelle</p> <p><b>Inhaltsfeld 1:</b> Zellbiologie</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Aufbau der Zelle</li><li>• Fachliche Verfahren: Mikroskopie</li></ul> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li><li>• Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)</li><li>• Informationen erschließen (K)</li><li>• Informationen aufbereiten (K)</li></ul> <p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Struktur und Funktion: Kompartimentierung der eukaryotischen Zelle</li><li>• Individuelle und evolutive Entwicklung: Zelldifferenzierung bei der Bildung von Geweben</li></ul> <p style="text-align: right;"><b>Zeitbedarf:</b> 24 Std.</p>	<p>Unterrichtsvorhaben II:</p> <p><b>Thema:</b> Biomembranen</p> <p><b>Inhaltsfeld 1:</b> Zellbiologie</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Biochemie der Zelle</li><li>• Fachliche Verfahren: Untersuchung von osmotischen Vorgängen</li></ul> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li><li>• Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)</li><li>• Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)</li><li>• Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)</li></ul> <p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Information und Kommunikation: Prinzip der Signaltransduktion an Zellmembranen</li><li>• Steuerung und Regelung: Prinzip der Homöostase bei der Osmoregulation</li></ul> <p style="text-align: right;"><b>Zeitbedarf:</b> 22 Std.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Unterrichtsvorhaben III:</p> <p><b>Thema:</b> Energie, Stoffwechsel und Enzyme</p> <p><b>Inhaltsfeld 1:</b> Zellbiologie</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physiologie der Zelle</li> <li>• Fachliche Verfahren: Untersuchung von Enzymaktivitäten</li> </ul> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)</li> <li>• Informationen aufbereiten (K)</li> </ul> <p><b>Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoff- und Energieumwandlung: Energetischer Zusammenhang zwischen auf- und abbauendem Stoffwechsel</li> </ul> <p style="text-align: right;"><b>Zeitbedarf:</b> 24 Std.</p>	<p>Unterrichtsvorhaben IV:</p> <p><b>Thema:</b> Mitose, Zellzyklus und Meiose</p> <p><b>Inhaltsfeld 1:</b> Zellbiologie</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Genetik der Zelle</li> <li>• Fachliche Verfahren: Analyse von Familienstammbäumen</li> </ul> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)</li> <li>• Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)</li> <li>• Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)</li> <li>• Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)</li> </ul> <p><b>Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Individuelle und evolutive Entwicklung</li> <li>• Information und Kommunikation</li> </ul> <p style="text-align: right;"><b>Zeitbedarf:</b> 22 Std</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Zeitbedarf gesamt:** 92 Stunden

**Unterrichtsvorhaben I**  
**Thema: Aufbau und Funktion der Zelle**  
(ca. 24 Unterrichtsstunden)

<b>Inhaltsfeld</b> <b>Inhaltliche Schwerpunkte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Hinweise,</b> <b>Vereinbarungen und Absprachen</b>
<p><i>Worin unterscheiden sich Pflanzen von Tieren?</i></p> <p><i>Wie ermöglicht das Zusammenwirken der einzelnen Zellbestandteile die Lebensvorgänge in einer Zelle?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• eukaryotische Zelle: Zusammenwirken von Zellbestandteilen, Kompartimentierung</li> </ul> <p><i>Welche Erkenntnisse über den Bau von Mitochondrien und Chloroplasten stützen die Endosymbiontentheorie?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• prokaryotische Zelle</li> <li>• eukaryotische Zelle: Endosymbiontentheorie</li> </ul> <p><i>Welche morphologischen Anpassungen weisen verschiedene Zelltypen von Pflanzen und Tieren in</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären Bau und Zusammenwirken der Zellbestandteile eukaryotischer Zellen und erläutern die Bedeutung der Kompartimentierung (S2, S5, K5, K10).</li> <li>• begründen den Einsatz unterschiedlicher mikroskopischer Techniken für verschiedene Anwendungsgebiete (S2, E2, E9, E16, K6).</li> <li>• vergleichen den Aufbau von prokaryotischen und eukaryotischen Zellen (S1, S2, K1, K2, K9).</li> <li>• erläutern theoriegeleitet den prokaryotischen Ursprung von Mitochondrien und Chloroplasten (E9, K7).</li> <li>• analysieren differenzierte Zelltypen mithilfe mikro-</li> </ul>	<p><b>Fachliche Verfahren: Mikroskopie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „System Zelle“ – Die Zelle als kleinste lebensfähige Einheit, Aktivierung von Vorwissen aus der → Sek I: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Kennzeichen des Lebendigen</li> <li>○ Pflanzenzelle, Tierzelle, Bakterienzelle</li> <li>○ Struktur und Funktion eines Lichtmikroskops</li> </ul> </li> <li>• Vergleich von pflanzlichen und tierischen Zellen durch Mikroskopieren selbst angefertigter Präparate (z.B. Zwiebel- und Mundschleimhautzellen)</li> </ul> <p>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 (Alternativ auch im Unterrichtsvorhaben 2: Biomembranen)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellung der Zellorganellen (Aufbau und Funktion) pflanzlicher und tierischer Zellen z.B. anhand von Schülerpräsentationen</li> <li>• modellhafte Darstellung des hypothetischen Ablaufs unter Fokussierung auf der Herkunft der Doppelmembran sowie der Aspekte einer Endosymbiose (E9)</li> <li>• Anfertigung wissenschaftlicher Zeichnungen zur Interpretation von Anpassungen der Zelltypen der Rotbuche (Sonnen- und Schattenblatt)</li> </ul>

<p><i>Bezug auf ihre Funktionen auf?</i></p> <p><i>Welche Vorteile haben einzellige und vielzellige Organisationsformen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vielzeller: Zelldifferenzierung und Arbeitsteilung</li> </ul>	<p>skopischer Verfahren (S5, E7, E8, E13, K10).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichen einzellige und vielzellige Lebewesen und erläutern die jeweiligen Vorteile ihrer Organisationsform (S3, S6, E9, K7, K8).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse der Anpasstheiten von verschiedenen Laubblättern (Blattquerschnitte von Sonnen- und Schattenblättern, Kiefernadeln, Maisblatt) im Hinblick auf Fotosynthese und ggf. Transpiration</li> <li>• Reflexion der Systemebenen (Zelle, Gewebe, Organ, Organismus) unter Bezug zur Zelldifferenzierung bei der Bildung von Geweben</li> </ul>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



**Unterrichtsvorhaben II**  
**Thema: Biomembranen**  
(ca. 22 Unterrichtsstunden)

Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schülerinnen und Schüler...	Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen
<p><b>Wie hängen Strukturen und Eigenschaften der Moleküle des Lebens zusammen?</b> (ca. 5 Ustd.)</p> <p>Stoffgruppen: Kohlenhydrate, Lipide, Proteine</p> <p><b>Wie erfolgte die Aufklärung der Struktur von Biomembranen und welche Erkenntnisse führten zur Weiterentwicklung der jeweiligen Modelle?</b> (ca. 6 Ustd.)</p> <p>Biomembranen: Aufbau</p> <p>physiologische Anpassungen: Homöostase</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6).</li>   <li>• stellen den Erkenntniszuwachs zum Aufbau von Biomembranen durch technischen Fortschritt und Modellierungen an Beispielen dar (E12, E15–17).</li>   <li>• erklären experimentelle Befunde zu Diffusion und Osmose mithilfe von Modellvorstellungen (E4, E8, E10–14).</li> <li>• erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6).</li> <li>• erklären die Bedeutung der Homöostase des osmoti-</li> </ul>	<p><b>Kontext: Moleküle des Lebens – biochemische Grundlagen für die Erklärung zellulärer Phänomene</b>  Reaktivierung von Vorwissen aus der Chemie → Sek I (Elemente, kovalente Bindungen, polare Bindungen, Wasser als polares Molekül, Ionen)  fakultativ: Planung und Durchführung von Experimenten zur Löslichkeit verschiedener Stoffe in Wasser, Ethanol und Waschbenzin zur Ableitung der Begriffsdefinitionen von hydrophil und hydrophob</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erläuterung des Aufbaus und der Eigenschaften von Kohlenhydraten, Lipiden und Proteinen auch unter Berücksichtigung der Variabilität durch die Kombination von Bausteinen</li> </ul> <p><b>Kontext: Modellentwicklung zum Aufbau von Biomembranen</b>  fakultativ: Planung und Durchführung von Experimenten zur Zusammensetzung von Membranen aus Fetten und Proteinen (Auflösen von z.B. Rotkohl mit Spülmittel und Eisessig) Ableitung des Modells von Gorter und Grendel aus der Analyse von Erythrocyten-Membranen</p> <p>Erklärung der Veränderungen zum Sandwich-Modell von Davson und Danielli aufgrund chemischer Analysen und elektronenmikroskopischer Bilder von Zellmembranen  <b>(hier möglich: Aufbau und Funktion des Elektronenmikroskops)</b>  Erläuterung des Fluid-Mosaik-Modells anhand von Analy-</p>

<p>Untersuchung von osmotischen Vorgängen <b>Wie können Zellmembranen einerseits die Zelle nach außen abgrenzen und andererseits doch durchlässig für Stoffe sein?</b> (ca. 8 Ustd.)</p> <p><i>Biomembranen: Transport, Homöostase</i></p> <p><b>Wie können extrazelluläre Botenstoffe, wie zum Beispiel Hormone, eine Reaktion in der Zelle auslösen?</b> (ca. 2 Ustd.)</p> <p><i>Biomembranen: Prinzip der Signaltransduktion</i></p> <p><b>Welche Strukturen sind für die Zell-Zell-Erkennung in einem Organismus verantwortlich?</b> (ca. 1 Ustd.)</p>	<p>schen Werts für zelluläre Funktionen und leiten mögliche Auswirkungen auf den Organismus ab (S4, S6, S7, K6, K10).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6).</li> <li>• erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6).</li> </ul>	<p>sen durch Singer und Nicolson und Bestätigung durch die Gefrierbruch-Methode sowie Zellfusions-Experimente von Frye und Edidin <i>Kontext: Abgrenzung und Austausch</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten zu Diffusion und Osmose, sodass ausgehend von den Phänomenen anhand von Modellvorstellungen zum Aufbau von Biomembranen die experimentellen Befunde erklärt werden können.</li> <li>• mikroskopische Analyse osmotischer Prozesse bei pflanzlichen Zellen (Plasmolyse/Deplasmolyse)</li> <li>• Erläuterung von Modellvorstellungen zu verschiedenen Transportprozessen durch Biomembranen unter Berücksichtigung von Kanalproteinen, Carrierproteinen und Transport durch Vesikel (z.B. anhand von Filmmaterial)</li> <li>• Ableitung der Eigenschaften der Transportsysteme im Hinblick auf energetische Aspekte (aktiver und passiver Transport)</li> <li>• Erläuterung der Bedeutung zellulärer Transportsysteme am Beispiel von Darmepithelzellen, Drüsenzellen und/oder der Blut-Hirn-Schranke</li> <li>• Diskussion der Bedeutung der Osmoregulation für Einzeller in Süß- bzw. Salzwasser oder bei der Osmoregulation von Süß- und Salzwasserfischen / Homöostase</li> </ul> <p><i>Kontext: Signaltransduktion am Beispiel des Hormons Insulin</i> Aktivierung von Vorwissen aus der → Sek I zur Wirkung des Hormons Insulin auf die Glucosekonzentration im Blut 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</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ableitung der Auswirkungen des Insulins auf die Glucosekonzentration im Blut</li> </ul>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Biomembranen: Zell-Zell-Erkennung		<p><i>Kontext:</i> <b>Organtransplantation</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Aktivierung von Vorwissen aus der → Sek I zur Immunantwort auf körperfremde Stoffe</li><li>• Ableitung der Vielzahl von Oberflächenstrukturen einer Zelle aufgrund der Variationsmöglichkeiten von Glykolipiden und Glykoproteinen und Erklärung der Spezifität dieser Oberflächenstrukturen</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</li></ul>
-----------------------------------	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



<p>Enzyme: Regulation</p> <p><i>Welcher Zusammenhang besteht zwischen aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel in einer Zelle stofflich und energetisch?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anabolismus und Katabolismus</li> <li>• Energieumwandlung: ATP-ADP-System,</li> <li>• Energieumwandlung: Redoxreaktionen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Bedeutung des ATP-ADP-Systems bei auf- und abbauenden Stoffwechselprozessen (S5, S6).</li> </ul> <p>ca.: 6 Stunden</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erweiterung der Modellvorstellung zu Enzymen durch verschiedene Hemmmechanismen und Beurteilung von Grenzen der Modellvorstellungen</li> <li>• Erläuterung der Aktivierung von Enzymen und die Bedeutung von Cofaktoren</li> <li>• Umwandlung von Nahrung in körpereigene Substanz → Sek I/Sek II <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse einer Nährwerttabelle: Zusammenhang zwischen Nahrungsbestandteilen und Zellinhaltsstoffen</li> <li>• Redoxreaktion als Elektronenübertragungsreaktion, Donator-Akzeptor-Prinzip, Energieumsatz</li> </ul> </li> <li>• Erstellung eines vereinfachten Schemas zum katabolen (exergonischen) und anabolen (endergonischen) Stoffwechsel</li> <li>• Verdeutlichung des Grundprinzips der energetischen Kopplung durch Energieüberträger (ATP-ADP-Systems)</li> <li>• Erläuterung des unter Verwendung einfacher Modellvorstellungen: ATP als Energieüberträger</li> <li>• Herstellen eines Zusammenhangs von exergonischer Oxidation und Katabolismus sowie endergonischer Reduktion und Anabolismus</li> </ul>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Unterrichtsvorhaben IV**  
**Thema: Mitose, Zellzyklus und Meiose**  
(ca. 22 Unterrichtsstunden)

Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schülerinnen und Schüler...	Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen
<p><b>Wie verläuft eine kontrollierte Vermehrung von Körperzellen?</b> (ca. 6 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitose: Chromosomen, Cytoskelett</li> <li>• Zellzyklus: Regulation</li> </ul> <p><b>Wie kann unkontrolliertes Zellwachstum gehemmt werden und welche Risiken sind mit der Behandlung verbunden?</b> (ca. 2 Ustd.)</p> <p><b>Welche Ziele verfolgt die Forschung mit embryonalen Stammzellen und wie wird diese Forschung</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Bedeutung der Regulation des Zellzyklus für Wachstum und Entwicklung (S1, S6, E2, K3).</li> <li>• begründen die medizinische Anwendung von Zellwachstumshemmern (Zytostatika) und nehmen zu den damit verbundenen Risiken Stellung (S3, K13, B2, B6–9).</li> <li>• diskutieren kontroverse Positionen zum Einsatz von embryonalen Stammzellen (K1-4, B1–6, B10–12)</li> </ul>	<p><i>Kontext: Wachstum bei Vielzellern geschieht durch Zellvermehrung und Zellwachstum</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktivierung von Vorwissen zur Mitose und zum Zellzyklus (→ Sek I)</li> <li>• fakultativ: Mikroskopieren von Präparaten einer Wurzelspitze. Vergleich von Chromosomenanordnungen im Zellkern mit modellhaften Abbildungen, Schätzung der Häufigkeit der verschiedenen Phasen (Mitose und Interphase) im Präparat</li> <li>• Erläuterung der Phasen des Zellzyklus, dabei Fokussierung auf die Entstehung genetisch identischer Tochterzellen.</li> <li>• Erstellung eines Schemas zum Zellzyklus als Kreislauf mit Darstellung des Übergangs von Zellen in die G<sub>0</sub>-Phase. Dabei Unterscheidung der ruhenden Zellen und Beachtung unterschiedlich langer G<sub>0</sub>-Phasen verschiedener Zelltypen: nie wieder sich teilende Zellen (wie Nervenzellen) und Zellen, die z. B. nach Verletzung wieder in die G<sub>1</sub>-Phase zurückkehren können</li> <li>• Erläuterung der Regulation des Zellzyklus durch Signaltransduktion: Wachstumsfaktor und wachstumshemmender Faktor wirken an bestimmten Kontrollpunkten des Zellzyklus.</li> <li>• fakultativ: Bedeutung der Apoptose (programmierter Zelltod)</li> </ul> <p><i>Kontext: Behandlung von Tumoren mit Zytostatika</i></p>

<p><b>ethisch bewertet?</b> (ca. 4 Ustd.)</p> <p><b>Nach welchem Mechanismus erfolgt die Keimbildung und welche Mutationen können dabei auftreten?</b> (ca. 6 Ustd.) Karyogramm: Genommutationen, Chromosomen-mutationen</p> <p><b>Inwiefern lassen sich Aussagen zur Vererbung genetischer Erkrankungen aus Familienstammbäumen ableiten?</b> (ca. 4 Ustd.) Analyse von Familienstammbäumen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Ursachen und Auswirkungen von Chromosomen- und Genommutationen (S1, S4, S6, E11, K8, K14).</li> <li>• wenden Gesetzmäßigkeiten der Vererbung auf Basis der Meiose bei der Analyse von Familienstammbäumen an (S6, E1–3, E11, K9, K13).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition des Krankheitsbildes Krebs und Bedeutung von Tumoren</li> <li>• Recherche zu einem Zytostatikum und Erstellung eines Infoblattes mit Wirkmechanismus und Nebenwirkungen zur Erläuterung der Wirkungsweise alternativ: Gegenüberstellung von Wirkung und Nebenwirkung eines Zytostatikums aus Informationsmaterial</li> <li>• konstruktiver Austausch über die Ergebnisse, Fokussierung auf die unspezifische Wirkung von Zytostatika</li> <li>• Abschätzung von Nutzen und Risiken einer Zytostatikatherapie basierend auf den erhaltenen Ergebnissen</li> </ul> <p><b>Kontext: Unheilbare Krankheiten künftig heilen?</b></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</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 alternativ: Podiumsdiskussion mit verschiedenen Rollen, die die unterschiedlichen Interessenlagen widerspiegeln</li> <li>• Entwicklung von notwendigen Bewertungskriterien, um zu einem begründeten Urteil zu kommen.</li> </ul> <p><b>Kontext: Karyogramm einer an Trisomie 21 erkrankten Person</b></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> </ul>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

		<ul style="list-style-type: none"> <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 Gametenreifung.</li> <li>• Herausstellung der Vorteile sexueller Fortpflanzung: interchromosomale und intrachromosomale Rekombination</li> </ul> <p><i>Kontext: <b>Phänotypische Variabilität unter Geschwistern</b></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: <b>Familienberatung mithilfe der Analyse eines Familienstammbaums zu einem genetisch bedingten Merkmal</b></i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktivierung von Vorwissen: Regeln der Vererbung (Gen-</li> </ul>
--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



		<p>und Allelbegriff, Familienstammbäume) (→Sek I)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Erarbeitung von Analysekrterien für Stammbäume</li><li>• Analyse von Familienstammbäumen</li><li>• Ermittlung der Wahrscheinlichkeit für eine Erkrankung in Abhängigkeit des Genotyps der Eltern auf Grundlage der Möglichkeiten interchromosomaler Rekombination</li></ul>
--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 2.1.2 Qualifikationsphase Grundkurs

### Übersichtsraster: Neurobiologie – Grundkurs

Unterrichtsvorhaben I

**Thema:** Informationsübertragung durch Nervenzellen

**Inhaltsfeld 2:** Neurobiologie

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Grundlagen der Informationsverarbeitung,
- Fachliche Verfahren: Potenzialmessungen

**Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:**

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

**Beiträge zu den Basiskonzepten:**

- Struktur und Funktion: Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Transmitter und Rezeptorprotein
- Stoff- und Energieumwandlung: Energiebedarf des neuronalen Systems
- Information und Kommunikation: Codierung und Decodierung von Information an Synapsen
- Steuerung und Regelung: Positive Rückkopplung bei der Entstehung von Aktionspotenzialen
- Individuelle und evolutive Entwicklung: Zelldifferenzierung am Beispiel der Myelinisierung von Axonen bei Wirbeltieren

**Zeitbedarf:** 20 Std.

Konkrete Unterrichtsvorhaben: Neurobiologie – Grundkurs

<b>Unterrichtsvorhaben I</b> <b>Thema: Informationsübertragung durch Nervenzellen</b> (ca. 20 Unterrichtsstunden)		
<b>Inhaltsfeld</b> <b>Inhaltliche Schwerpunkte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen</b>
<p><b>Wie ermöglicht die Struktur eines Neurons die Aufnahme und Weitergabe von Informationen? (12 Std.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau und Funktionen von Nervenzellen: Ruhepotenzial</li>   <li>• Bau und Funktionen von Nervenzellen: Aktionspotenzial</li> <li>• Potenzialmessungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12).</li>   <li>• entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Aufrechterhaltung und Beeinflussung des Ruhepotenzials (S4, E3).</li>   <li>• erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14).</li> </ul>	<p><b>Das Neuron: Die spezialisierte Grundeinheit aller Nervensysteme</b>                      zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Vorstellung der strukturellen Merkmale einer Nervenzelle im Gegensatz zu den bisher bekannten Zelltypen (→ EF), hinsichtlich der Gliederung in Dendriten, Soma, Axon</i></li> <li>• <i>Darstellung des Zusammenhangs von Struktur und Funktion</i></li> <li>• <i>Aufzeigen der Möglichkeiten und Grenzen eines Neuron-Modells, z. B. durch den Vergleich einer schematischen Abbildung mit Realaufnahmen von Nervenzellen</i></li> </ul> <p><b>Nervenzellen unter Spannung: Die Ionentheorie des Ruhepotenzials</b>                      zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Wiederholung der Transportmechanismen an Membranen (→ EF)</i></li> <li>• <i>Klärung der Bedeutung der Ladungsverteilung an der Axonmembran unter Berücksichtigung des chemischen und elektrischen Potenzials, z. B. am Beispiel Gemeiner Kalmar (Loligo vulgaris)</i></li> <li>• <i>Entwicklung von Hypothesen zur Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials und Erläuterung der Bedeutung von Natrium-Kalium-Ionenpumpen</i></li> </ul> <p><b>Neuronen in Aktion: Schnelle und zielgerichtete Informationsweiterleitung</b>                      zentrale Unterrichtssituationen:</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. Einstieg: Reaktionstest mit Lineal</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>• 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)</li> <li>• Auswertung eines Experiments zur Erforschung oder Beeinflussung des Aktionspotenzials, z. B. durch Blockade der spannungsgesteuerten Ionenkanäle</li> </ul>
<p><b>Wie erfolgt die Informationsweitergabe zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese beeinflusst werden? (8 Stunden)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse</li> <li>• Stoffeinwirkung an Synapsen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Erregungsübertragung an einer Synapse und erläutern die Auswirkungen exogener Substanzen (S1, S6, E12, K9, B1, B6).</li> <li>• erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14).</li> <li>• nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9).</li> </ul>	<p><b>Funktionsweise von Synapsen und deren Beeinflussung</b></p> <p>zentrale Unterrichtssituationen:</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</li> <li>• Vertiefung der Funktion einer neuromuskulären Synapse durch Erarbeitung der Einwirkung, Berücksichtigung von Messwerten an einer unbehandelten und einer behandelten Synapse</li> </ul> <p><b>Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung</b></p> <p>zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorstellung der Wirkungsweise des Cannabinoids THC</li> <li>• 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 an-</li> </ul>

		<p><i>schließender Stellungnahme.</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können</i></li></ul>
--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## Übersichtsraster: Stoffwechsel – Grundkurs

<p>Unterrichtsvorhaben II</p> <p><b>Thema:</b> Energieumwandlung in lebenden Systemen</p> <p><b>Inhaltsfeld 3:</b> Stoffwechselphysiologie</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b> Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</p> <p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Struktur und Funktion: Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse zeitgleich in einer Zelle.</li><li>• Stoff- und Energieumwandlung: Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen</li></ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 5 Std.</p>	<p>Unterrichtsvorhaben III</p> <p><b>Thema:</b> Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen</p> <p><b>Inhaltsfeld 3:</b> Stoffwechselphysiologie</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b> Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</p> <p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Struktur und Funktion: Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse zeitgleich in einer Zelle.</li><li>• Stoff- und Energieumwandlung: Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen; Negative Rückkopplung in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels</li></ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 11 Std.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Unterrichtsvorhaben IV

**Thema:** Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie

**Inhaltsfeld 3:** Stoffwechselfysiologie

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel, Fachliche Verfahren: Chromatografie

**Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:**

- Biologische Sachverhalte betrachten (S)
- Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)
- Informationen aufbereiten (K)

**Beiträge zu den Basiskonzepten:**

- Stoff- und Energieumwandlung: Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen
- Individuelle und evolutive Entwicklung: Zelldifferenzierung bei photosynthetisch aktiven Zellen

**Zeitbedarf:** 18 Std.

Konkrete Unterrichtsvorhaben: Stoffwechsel – Grundkurs

<b>Unterrichtsvorhaben II</b> <b>Thema: Energieumwandlung in lebenden Systemen</b> (ca. 5 Unterrichtsstunden)		
Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schülerinnen und Schüler...	Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen
<p><b>Wie wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in nutzbare Energie um? (ca. 5 Std.)</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> <li>• Chemiosmotische ATP-Bildung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9).</li> </ul>	<p><b>Leben und Energie - Lebensvorgänge in Zellen können nur mit Energiezufuhr ablaufen.</b></p> <p>zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Reaktivierung des Vorwissens zur Energieumwandlung in lebenden Systemen (→EF), insbesondere: Zusammenhang von abbauendem und aufbauendem Stoffwechsel, energetische Kopplung von Reaktionen, Bedeutung der Moleküle <math>NADH^+H^+</math> und ATP</i></li> <li>• <i>Erarbeitung des Modells eines technischen Kraftwerks (z.B. Pumpspeicherkraftwerk) zur Verdeutlichung der Energieumwandlung, dabei Aktivierung von Vorwissen zum Energieerhaltungssatz (→ Physik Sek I)</i></li> <li>• <i>Beschreibung der grundlegenden Funktionsweise des Transmembranproteins ATP-Synthase in lebenden Systemen</i></li> <li>• <i>Übertragung der Modellvorstellung des Pumpspeicherkraftwerkes auf die Zelle: Die elektrische Energie entspricht der chemischen Energie des ATP, die Turbine entspricht der ATP-Synthase</i></li> </ul>



**Unterrichtsvorhaben III**  
**Thema: Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen**  
(ca. 11 Unterrichtsstunden)

Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schülerinnen und Schüler...	Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen
<p><b>Wie kann die Zelle durch den schrittweisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen?</b> (ca. 6 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Feinbau Mitochondrium</li> <li>• Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäurezyklus und Atmungskette</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9).</li> <li>• erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels (S7, E1–4, E11, E12).</li> </ul>	<p><b>Keine Power ohne Nahrung – Bei heterotrophen Organismen ist die ATP-Synthese an die Oxidation von Nährstoffmolekülen gekoppelt.</b>  Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>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)</i></li> <li>• <i>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</i></li> <li>• <i>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</i></li> <li>• <i>Aufstellung einer Gesamtbilanz aus den ersten drei Schritten und Abgleich mit der Bruttogleichung der Zellatmung (K9)</i></li> <li>• <i>Hinweis: Strukturformeln der Zwischenprodukte müssen nicht reproduziert werden können.</i></li> <li>• <i>Veranschaulichung des Elektronentransports in der Atmungskette und des Protonentransports durch die Membran anhand einer vereinfachten Darstellung</i></li> </ul>

<p><b>Wie beeinflussen Nahrungsergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel? (ca. 5 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffwechselregulation auf Enzymebene</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1–4, B5, B7, B9).</li> </ul>	<p>(K9)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Analyse der Bedeutung der Verfügbarkeit von Sauerstoff als Endakzeptor der Elektronen und NADH+H+ als Elektronendonator zur Aufrechterhaltung des Protonengradienten</i></li> <li>• <i>Vervollständigung des Übersichtsschemas und Aufstellen einer Gesamtbilanz der Zellatmung</i></li> </ul> <p><b>Mikronährstoffpräparate beim Sport – Lifestyle oder notwendige Ergänzung?</b>  Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Reaktivierung des Vorwissens zu enzymatischen Reaktionen und der Enzymregulation durch Aktivatoren und Inhibitoren unter Verwendung einfache, modellhafter Abbildungen (→EF)</i></li> <li>• <i>Reaktivierung der Kenntnisse zu Cofaktoren am Beispiel von Mineralstoff- oder Vitaminpräparaten als Nahrungsergänzungsmittel (NEM)</i></li> <li>• <i>angeleitete Recherche zu NEM beim Sport, hierbei besondere Fokussierung auf Quellenherkunft und Intention der Autoren K4)</i></li> <li>• <i>Bewertungsprozess: Abwägung von Handlungsoptionen und kriteriengeleitete Meinungsbildung sowie Entscheidungsfindung (B9)</i></li> </ul>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Unterrichtsvorhaben IV**  
**Thema: Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie**  
(ca. 18 Unterrichtsstunden)

Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schülerinnen und Schüler...	Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen
<p><b>Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von Pflanzen abhängig? (ca. 4 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren</li> </ul> <p><b>Welche Blattstrukturen sind für die Fotosynthese von Bedeutung? (ca. 4 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Funktionale Anpasstheiten: Blattaufbau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11).</li> <li>erklären funktionale Anpasstheiten an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4, S5, S6, E3, K6–8).</li> <li>erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese</li> </ul>	<p><b>Solarenergie sichert unsere Ernährung – Pflanzen sind Selbstversorger und Primärproduzenten</b></p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reaktivierung der Bruttogleichung der Fotosynthese (→ Sek I) 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> <li>Auswertung der Ergebnisse, Abgleich mit Literaturwerten und Rückbezug auf Hypothesen (E 9–11)</li> </ul> <p><b>Stärkenachweis in panaschierten Blättern – die Fotosynthese findet nur in grünen Pflanzenteilen statt</b></p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</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</li> </ul>

<p><b>Welche Funktionen haben Fotosynthesepigmente?(ca. 3 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionale Anpassungen:</li> <li>• Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, Feinbau Chloroplast</li> <li>• Chromatografie</li> </ul> <p><b>Wie erfolgt die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie? (ca. 7 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemiosmotische ATP-Bildung</li> <li>• Zusammenhang von Primär- und Sekundär-</li> </ul>	<p>mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der Fotosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht (S2, S7, E2, K9).</li> </ul>	<p>durch Schließzellen [3]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zu Anpassungen von Sonnen- und Schattenblättern (E3), Auswertung von Daten zur Fotosyntheserate</li> </ul> <p><b>Der ENGELMANN-Versuch- Die Fotosyntheseleistung ist abhängig von der Wellenlänge des Lichts.</b> Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswertung des ENGELMANN-Versuchs und Erklärung des ungleichmäßigen Bakterienwachstums entlang der fädigen Alge</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 (E4)</li> <li>• Wiederholung des Feinbaus eines Chloroplasten und Verortung der Pigmente in der Thylakoidmembran</li> <li>• Reflexion des Erkenntnisgewinnungsprozesses (z.B. Einsatz analytischer Verfahren, historischer Experimente und Modelle) (E13)</li> </ul> <p><b>Chloroplasten als Lichtwandler – Wie erfolgt die Synthese von Glucose mit Hilfe von Sonnenlicht?</b> Zentrale Unterrichtssituationen:</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, Elektronentrans-</li> </ul>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>reaktionen,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration</li> <li>• Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel</li> </ul>		<p><i>port und Bildung von NADPH+ H+) anhand eines einfachen Schaubildes, Reaktivierung der Kenntnisse zur chemiosmotischen ATP-Bildung (□ UV1)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>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</i></li> <li>• <i>Vervollständigung des Übersichtsschemas zur Veranschaulichung des stofflichen und energetischen Zusammenhangs der Teilreaktionen</i></li> <li>• <i>Darstellung des Zusammenwirkens von Chloroplasten und Mitochondrien in einer Pflanzenzelle für die Aufrechterhaltung der Lebensvorgänge in einer Pflanzenzelle</i></li> </ul>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## Übersichtsraster: Ökologie – Grundkurs

<p>Unterrichtsvorhaben V</p> <p><b>Thema:</b> Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen</p> <p><b>Inhaltsfeld 4:</b> Ökologie</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Fachliches Verfahren: Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li><li>• Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)</li><li>• Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)</li><li>• Informationen aufbereiten (K)</li></ul> <p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Struktur und Funktion: Kompartimentierung in Ökosystemebenen</li><li>• Steuerung und Regelung: Positive und negative Rückkopplung ermöglichen Toleranz</li><li>• Individuelle und evolutive Entwicklung: Angepasstheit an abiotische und biotische Faktoren</li></ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 16 Std.</p>	<p>Unterrichtsvorhaben VI</p> <p><b>Thema:</b> Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften</p> <p><b>Inhaltsfeld 4:</b> Ökologie</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li><li>• Informationen aufbereiten (K)</li><li>• Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)</li><li>• Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)</li></ul> <p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Struktur und Funktion: Kompartimentierung in Ökosystemebenen</li><li>• Individuelle und evolutive Entwicklung: Angepasstheit an abiotische und biotische Faktoren</li></ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 9 Std.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Unterrichtsvorhaben VII

**Thema:** Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen

**Inhaltsfeld 4:** Ökologie

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel, Fachliche Verfahren

**Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:**

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

**Beiträge zu den Basiskonzepten:**

- Stoff- und Energieumwandlung: Kompartimentierung in Ökosystemebenen
- Stoff- und Energieumwandlung: Stoffkreisläufe in Ökosystemen

**Zeitbedarf:** 9 Std.

Konkrete Unterrichtsvorhaben: Stoffwechsel – Grundkurs

<b>Unterrichtsvorhaben V</b> <b>Thema: Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen</b> (ca. 16 Unterrichtsstunden)		
Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schülerinnen und Schüler...	Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen
<p><b>Welche Forschungsgebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Ökologie? (ca. 3 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren.</li> </ul> <p><b>Inwiefern bedingen abiotische Faktoren die Verbreitung von Lebewesen? (ca. 5 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven</li> </ul> <p><b>Welche Auswirkungen hat die Konkurrenz um</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem (S5–7, K8).</li> <li>• untersuchen auf der Grundlage von Daten die physiologische und ökologische Potenz von Lebewesen (S7, E1-3, E9, E13).</li> <li>• analysieren die Wechselwirkungen zwischen Lebe-</li> </ul>	<p><b>Modellökosysteme, z.B. Flaschengarten</b> zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Reaktivierung des Vorwissens zu zentralen Begriffen der Ökologie (→ SI)</i></li> <li>• <i>Darstellung des Wirkungsgefüges von Umweltfaktoren, Lebensvorgängen und Wechselbeziehungen von Lebewesen im gewählten Modellökosystem mit Hilfe einer Concept Map</i></li> <li>• <i>Präsentation der Zusammenhänge unter Berücksichtigung kausaler Erklärungen und der Vernetzung von Systemebenen (S5–7, K8)</i></li> <li>• <i>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)</i></li> </ul> <p><b>Eine Frage der Perspektive – Für Wüstenspringmäuse ist die Wüste kein extremer Lebensraum</b> Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Erläuterung des Konkurrenzbegriffs am Beispiel der intra- und der interspezifischen Konkurrenz, z. B. von Baumarten oder Gräsern in Mono- und Mischkultur (S7)</i></li> <li>• <i>Erklärung der ökologischen Potenz mit dem Zusammenwirken von physiologischer Toleranz und</i></li> </ul>



<p><b>Ressourcen an realen Standorten auf die Verbreitung von Arten? (ca. 5 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz,</li> <li>• Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische Potenz</li> <li>• Ökologische Nische</li> </ul> <p><b>Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden? (ca. 3 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen,</li> <li>• Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal</li> </ul>	<p>wesen hinsichtlich intra- und interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6–K8).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die ökologische Nische als Wirkungsgefüge (S4, S7, E17, K7, K8).</li> <li>• bestimmen Arten in einem ausgewählten Areal und begründen ihr Vorkommen mit dort erfassten ökologischen Faktoren (E3, E4, E7–9, E15, K8).</li> <li>• analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14).</li> </ul>	<p>der Konkurrenzstärke um Ressourcen (E9, K6–8)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>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)</i></li> <li>• <i>Herausstellen der Mehrdimensionalität des Nischenmodells und der ultimativen Erklärung der Einnischung (K7, E17)</i></li> </ul> <p><b>Vergleich der Standortbedingungen für ausgewählte Arten in Mono- und Mischkultur</b></p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Erläuterung des Konkurrenzbegriffs am Beispiel der intra- und der interspezifischen Konkurrenz, z. B. von Baumarten oder Gräsern in Mono- und Mischkultur (S7)</i></li> <li>• <i>Erklärung der ökologischen Potenz mit dem Zusammenwirken von physiologischer Toleranz und der Konkurrenzstärke um Ressourcen (E9, K6–8)</i></li> <li>• <i>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)</i></li> <li>• <i>Herausstellen der Mehrdimensionalität des Nischenmodells und der ultimativen Erklärung der Einnischung (K7, E17)</i></li> </ul> <p><b>Fettwiese oder Magerrasen? – Zeigerpflanzen geben Aufschluss über den Zustand von Ökosystemen</b></p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Erfassung von Arten auf einer schulnahen Wiese unter Verwendung eines Bestimmungsschlüssels</i></li> </ul>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

		<p><i>(ggf. digital) und Recherche der Zeigerwerte dominanter Arten, Aufstellen von Vermutungen zur Bodenbeschaffenheit (E3, E4, E7–9)</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Sensibilisierung für den Zusammenhang von Korrelation und Kausalität (K8) und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungs-prozesses (E15)</i></li><li>• <i>Internetrecherche zur ökologischen Problematik von intensiver Grünlandbewirtschaftung (Fettwiesen), Begründung von Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen von heimischen, artenreichen Magerwiesen (K11–14)</i></li></ul>
--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Unterrichtsvorhaben VI**  
**Thema: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften**  
(ca. 9 Unterrichtsstunden)

Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schülerinnen und Schüler...	Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen
<p><b><i>In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar? (ca. 5 Ustd.)</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Interspezifische Beziehungen: Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen</li> </ul> <p><b><i>Wie können Aspekte der Nachhaltigkeit im Ökosystemmanagement verankert werden? (ca. 4 Ustd.)</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6-K8).</li> <li>erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10).</li> </ul>	<p><b>Gut vernetzt – Wechselwirkungen in Biozöosen</b>  Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Beschreibung der charakteristischen Merkmale von Konkurrenz (→ UV1 Ökologie), Räuber-Beute-Beziehung, Parasitismus, Mutualismus und Symbiose an aussagekräftigen Beispielen. Ggf. Präsentationen zu den Wechselwirkungen unter Berücksichtigung der Fachsprache und der Unterscheidung von funktionalen und kausalen Erklärungen (K6, K8)</i></li> <li><i>Analyse der Angepasstheiten ausgewählter interagierender Arten auf morphologischer und physiologischer Ebene, z. B. bei Symbiose (K7)</i></li> <li><i>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)</i></li> </ul> <p><b>Pestizideinsatz in der Landwirtschaft</b>  Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Analyse eines Fallbeispiels zur chemischen Schädlingsbekämpfung mit Pestizideinsatz (K12)</i></li> <li><i>Erläuterung des Konflikts zwischen ökonomisch rentabler Umweltnutzung und Biodiversitätsschutz beim Einsatz von Pestiziden in der Landwirtschaft und Diskussion von Handlungsoptionen als Privatverbraucher (K14, B2, B5, B10)</i></li> </ul>

**Unterrichtsvorhaben VII**  
**Thema: Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen**  
(ca. 9 Unterrichtsstunden)

Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schülerinnen und Schüler...	Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen
<p><b><i>In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften durch Energiefluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbindung? (ca. 4 Ustd.)</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz</li> </ul> <p><b>Welche Aspekte des</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5).</li> <li>erklären funktionale Anpassungen an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4, S5, S6, E3, K6–8).</li> <li>erläutern geografische, zeitliche und soziale Auswir-</li> </ul>	<p><b>Nahrungsbeziehungen und ökologischer Wirkungsgrad</b></p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Reaktivierung der Kenntnisse zu Nahrungsnetzen und Trophieebenen (→ S1)</i></li> <li><i>anhand der Betrachtung eines komplexen Nahrungsnetzes, Fokussierung auf die</i></li> <li><i>Stabilität artenreicher Netze und Hypothesenbildung zur begrenzten Anzahl an Konsumentenordnungen (S4)</i></li> <li><i>Erläuterung der Bedeutung der einzelnen Trophieebenen in Stoffkreisläufen</i></li> <li><i>(→ IF Stoffwechselfysiologie)</i></li> <li><i>Interpretation der Unterschiede der Stoffspeicherung und des Stoffflusses in terrestrischen und aquatischen Systemen anhand von Biomassepyramiden und Produktionswertpyramiden (K5, E14)</i></li> <li><i>Interpretation von grafischen Darstellungen zum Energiefluss in einem Ökosystem unter Berücksichtigung des ökologischen Wirkungsgrads der jeweiligen Trophieebene</i></li> <li><i>Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der modellhaften Darstellungen (E12)</i></li> <li><i>ggf. Anwendung der erworbenen Kenntnisse am Beispiel des Flächen- und Energiebedarfs für die Fleischproduktion auf Grundlage von Untersuchungsbefunden (E14)</i></li> </ul> <p><b>Kohlenstoffkreislauf und Klimaschutz</b></p>

<p><b>Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant? (ca. 2 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf</li> </ul> <p><b>Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden? (ca. 3 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts</li> </ul>	<p>kungen des anthropogen bedingten Treibhauseffektes und entwickeln Kriterien für die Bewertung von Maßnahmen (S3, E16, K14, B4, B7, B10, B12).</p>	<p>Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Darstellung der Austauschwege im Kohlenstoffkreislauf zwischen den Sphären der Erde (Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre, Biosphäre)</i></li> <li>• <i>Unterscheidung von langfristigem und kurzfristigem Kohlenstoffkreislauf und Erläuterung der Umweltschädlichkeit von fossilen Energiequellen in Bezug auf die Erderwärmung (E14)</i></li> </ul> <p><b>Aktuelle Debatte um den Einfluss des Menschen auf den Klimawandel</b></p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Angeleitete Recherche zu den geografischen, zeitlichen und sozialen Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffekts sowie zu den beschlossenen Maßnahmen</i></li> <li>• <i>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)</i></li> <li>• <i>Erkennen der Grenzen der wissenschaftlichen Wissensproduktion und der Akzeptanz vorläufiger und hypothetischer Aussagen, die auf einer umfassenden Datenanalyse beruhen (E16)</i></li> </ul>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## Übersichtsraster: Genetik und Evolution – Grundkurs

<p>Unterrichtsvorhaben VIII</p> <p><b>Thema:</b> DNA – Speicherung und Expression genetischer Information</p> <p><b>Inhaltsfeld 5:</b> Genetik und Evolution</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Molekulargenetische Grundlagen des Lebens</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li><li>• Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)</li><li>• Informationen aufbereiten (K)</li></ul> <p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Struktur und Funktion: Kompartimentierung bei der eukaryotischen Proteinbiosynthese</li><li>• Stoff- und Energieumwandlung: Energiebedarf am Beispiel von DNA-Replikation und Proteinbiosynthese</li><li>• Information und Kommunikation: Codierung und Decodierung von Information bei der Proteinbiosynthese</li></ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 27 Std.</p>	<p>Unterrichtsvorhaben IX</p> <p><b>Thema:</b> Humangenetik und Gentherapie</p> <p><b>Inhaltsfeld 5:</b> Genetik und Evolution</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Molekulargenetische Grundlagen des Lebens</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li><li>• Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)</li><li>• Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)</li></ul> <p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Information und Kommunikation: Codierung und Decodierung von Information bei der Proteinbiosynthese</li><li>• Steuerung und Regelung: Prinzip der Homöostase bei der Regulation der Genaktivität</li></ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 8 Std.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Unterrichtsvorhaben X</p> <p><b>Thema:</b> Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie</p> <p><b>Inhaltsfeld 5:</b> Genetik und Evolution</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Entstehung und Entwicklung des Lebens</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biologische Sachverhalte betrachten (S)</li> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• Informationen aufbereiten (K)</li> </ul> <p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Individuelle und evolutive Entwicklung: Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 13 Std.</p>	<p>Unterrichtsvorhaben XI</p> <p><b>Thema:</b> Stammbäume und Verwandtschaft</p> <p><b>Inhaltsfeld 5:</b> Genetik und Evolution</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Entstehung und Entwicklung des Lebens</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)</li> <li>• Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)</li> <li>• Informationen aufbereiten (K)</li> </ul> <p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Individuelle und evolutive Entwicklung: Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 8 Std.</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Konkrete Unterrichtsvorhaben: Genetik und Evolution – Grundkurs

<b>Unterrichtsvorhaben VIII</b> <b>Thema: DNA – Speicherung und Expression genetischer Information</b> (ca. 27 Unterrichtsstunden)		
Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schülerinnen und Schüler...	Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen
<p><b>Wie wird die identische Verdopplung der DNA vor einer Zellteilung gewährleistet? (ca. 4 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Speicherung und Realisierung genetischer Information: Bau der DNA, semikonservative Replikation, Transkription, Translation</li> </ul> <p><b>Wie wird die genetische Information der DNA zu Genprodukten bei Prokaryoten umgesetzt? (ca. 6 Ustd.)</b></p> <p><b>Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen bei der Pro-</b></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> <li>erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6).</li> </ul>	<p><b>Zellteilungen der Zygote nach Befruchtung</b> zentrale Unterrichtssituationen:</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-STAHN-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 Erklärvideoes</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>Modellorganismus Bakterium: Erforschung der Proteinbiosynthese an Prokaryoten</b> Zentrale Unterrichtssituationen:</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><b>teinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten? (ca. 5 Ustd.)</b></p> <p><b>Wie können sich Veränderungen der DNA auf die Genprodukte und den Phänotyp auswirken? (ca. 5 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Genmutationen</li> </ul> <p><b>Wie wird die Genaktivität bei Eukaryoten gesteuert? (ca. 7 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten:</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8).</li> <li>erklären die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erstellung eines Fließschemas zum grundsätzlichen Ablauf der Proteinbiosynthese (→ 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 (Eigenschaften und Funktionen der RNA-Polymerase, Erkennen der Transkriptionsrichtung) 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 Codesonne 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>Transkription und Translation bei Eukaryoten</b> Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aktivierung von Vorwissen zu 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> </ul>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung</p>	<p>und DNA-Methylierung (S2, S6, E9, K2, K11).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>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)</i></li> </ul> <p><b>Resistenzen bei Eukaryoten (z. B. Herzglykosid-Resistenz beim Monarchfalter)</b>  Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Aktivierung von Vorwissen zu Genommutationen, Chromosomenmutationen (→ Sek I, → EF)</i></li> <li>• <i>Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zur Ursache der Resistenz unter Berücksichtigung der verschiedenen Systemebenen (molekulare Ebene bis Ebene des Organismus)</i></li> <li>• <i>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)</i></li> <li>• <i>Reflexion der Ursache-Wirkungsbeziehungen unter sprachsensiblen Umgang mit funktionalen und kausalen Erklärungen</i></li> <li>• <i>Alternativer Kontext: Antibiotika-Resistenz bei Bakterien</i></li> </ul> <p><b>Körperzellen: gleiches Erbgut – unterschiedliche Differenzierung</b>  zentrale Unterrichtssituationen:</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> </ul>
------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

		<ul style="list-style-type: none"><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 kriteriengeleitete Diskussion der Modellierungen</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>
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Unterrichtsvorhaben IX**  
**Thema: Humangenetik und Gentherapie**  
(ca. 8 Unterrichtsstunden)

Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schülerinnen und Schüler...	Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen
<p><b>Welche Bedeutung haben Familienstammbäume für die genetische Beratung betroffener Familien? (ca. 4 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie</li> </ul> <p><b>Welche ethischen Konflikte treten im Zusammenhang mit gentherapeutischen Behandlungen beim Menschen auf? (ca. 4 Ustd.)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>analysieren Familienstammbäume und leiten daraus mögliche Konsequenzen für Gentest und Beratung ab (S4, E3, E11, E15, K14, B8).</li> <li>bewerten Nutzen und Risiken einer Gentherapie beim Menschen (S1, K14, B3, B7–9, B11).</li> </ul>	<p><b>Ablauf einer Familienberatung bei genetisch bedingten Erkrankungen</b>  Zentrale Unterrichtssituationen:</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> </ul> <p><b>Monogene Erbkrankheiten (z. B. Mukoviszidose)</b>  Zentrale Unterrichtssituationen:</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> </ul>

**Unterrichtsvorhaben X**  
**Thema: Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie**  
(ca. 13 Unterrichtsstunden)

Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schülerinnen und Schüler...	Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen
<p><b>Wie lassen sich Veränderungen im Genpool von Populationen erklären? (ca. 5 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Synthetische Evolutionstheorie: Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift</li> </ul> <p><b>Welche Bedeutung hat die reproduktive Fitness für die Entwicklung von Angepasstheiten? (ca. 2 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Synthetische Evolutionstheorie: adaptiver Wert von Verhalten, Kosten-Nutzen-Analyse, reproduktive Fitness</li> </ul> <p><b>Wie kann die Entwicklung von angepassten</b></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>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><b>Schnabelgrößen bei Populationen von Vögeln (z. B. beim Mittleren Grundfink oder Purpurastrilden)</b>  zentrale Unterrichtssituationen:</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 Zufallseignissen 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>Abtransport leerer Eierschalen in Lachmöwenkolonien (TINBERGEN-Experiment)</b>  Zentrale Unterrichtssituationen:</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</li> <li>Erläuterung des adaptiven Wertes von Verhalten unter Einbezug der reproduktiven Fitness und Be-</li> </ul>

<p><b>Verhaltensweisen erklärt werden? (ca. 2 Ustd.)</b></p> <p><b>Wie lässt sich die Entstehung von Sexualdimorphismus erklären? (ca. 2 Ustd.)</b></p> <p><b>Welche Prozesse laufen bei der Koevolution ab? (ca. 2 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Synthetische Evolutionstheorie: Koevolution</li> </ul>	<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>rücksichtigung der Umweltbedingungen. Berücksichtigung proximaler und ultimer Ursachen und Vermeidung finaler Begründungen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Reflexion der verwendeten Fachsprache im Hinblick auf die Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen</i></li> </ul> <p><b>Rothirsch-Geweih und Pfauenrad</b> Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zum Sexualdimorphismus</i></li> <li>• <i>Erläuterung der intrasexuellen und intersexuellen Selektion mithilfe einer Kosten-Nutzen-Analyse sowie der reproduktiven Fitness unter Vermeidung finaler Begründungen</i></li> <li>• <i>Reflexion der Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen sowie der Berücksichtigung ultimer und proximaler Ursachen</i></li> </ul> <p><b>Orchideen-Schwärmer und Stern von Madagaskar (Bestäuber-Blüte-Koevolution)</b> Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Anwendung der Synthetischen Evolutionstheorie auf das System Bestäuber-Blüte unter Berücksichtigung der jeweiligen Selektionsvorteile und Selektionsnachteile für die beiden Arten sowie Vermeidung finaler Begründungen</i></li> <li>• <i>Ableitung einer Definition für Koevolution und Erläuterung verschiedener koevolutiver Beziehungen unter Berücksichtigung ultimer und proximaler Ursachen und Vermeidung finaler Aussagen</i></li> <li>• <i>Zusammenfassung der Erklärungsansätze für evolutive Prozesse auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung der Fachsprache</i></li> </ul>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Unterrichtsvorhaben XI**  
**Thema: Stammbäume und Verwandtschaft**  
(ca. 8 Unterrichtsstunden)

Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schülerinnen und Schüler...	Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen
<p><b>Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen? (ca. 4 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Stammbäume und Verwandtschaft: Artbildung, Biodiversität, populationsgenetischer Artbegriff, Isolation</li> </ul> <p><b>Welche molekularen Merkmale deuten auf eine phylogenetische Verwandtschaft hin? (ca. 3 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>molekularbiologische Homologien, ursprüngliche und abgeleitete Merkmale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erklären Prozesse des Artwandels und der Artbildung mithilfe der Synthetischen Evolutionstheorie (S4, S6, S7, E12, K6, K7)</li> <li>deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8).</li> </ul>	<p><b>Vielfalt der Finken auf den Galapagos-Inseln</b>  Zentrale Unterrichtssituationen:</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>Universalhomologien und genetische Variabilität – ein Widerspruch?</b>  Zentrale Unterrichtssituationen:</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</li> </ul>

<p><b>Wie lässt sich die phylogenetische Verwandtschaft auf verschiedenen Ebenen ermitteln, darstellen und analysieren? (ca. 4 Ustd.)</b></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> <li>• deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8).</li> <li>• begründen die Abgrenzung der Synthetischen Evolutionstheorie gegen nicht-naturwissenschaftliche Positionen und nehmen zu diesen Stellung (E15–E17, K4, K13, B1, B2, B5).</li> </ul>	<p><i>Genen andererseits bei Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Ableitung phylogenetischer Verwandtschaften auf Basis des Sparsamkeitsprinzips und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen</i></li> </ul> <p><b>Ein ausgestorbenes Säugetier mit ungewöhnlichen Merkmalen: Macrauchenia</b> Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zur Verwandtschaft von Macrauchenia mit rezenten Wirbeltieren bzw. Huftieren auf der Basis morphologischer Vergleiche</i></li> <li>• <i>Deutung der molekularen Ähnlichkeiten des Kollagens und Analyse des phylogenetischen Stammbaums unter Berücksichtigung möglicher Fehlerquellen</i></li> <li>• <i>Erläuterung der Verwendung morphologischer und molekularer Daten zur Erstellung von Stammbäumen und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen</i></li> </ul>
<p><b>Wie lassen sich konvergente Entwicklungen erkennen? (ca. 3 Ustd.)</b></p>		<p><b>Wiederholt sich die Evolution? – Unabhängige Mutationen (z. B. in Myoglobin-Genen)</b> Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>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</i></li> <li>• <i>Reflexion des Phänomens konvergenter Entwicklungen unter Einbezug der Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels (Basiskonzept Individuelle und evolutive Entwicklung)</i></li> </ul>
<p><b>Wie lässt sich die Synthetische Evolutionstheorie von nicht naturwissenschaftlichen Vorstellungen abgrenzen? (ca. 2 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Synthetische Evolutionstheorie: Evo- Ab-</li> </ul>		



<p>grenzung von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen</p>		<p><b>Intelligent Design – eine Pseudowissenschaft</b>  Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Erläuterung der Merkmale naturwissenschaftlicher Theorien unter Berücksichtigung der Evidenzbasierung sowie Begründung der Einordnung des Intelligent Design als Pseudowissenschaft</i></li> <li>• <i>Reflexion der verschiedenen Betrachtungsweisen evolutiver Prozesse durch Religion, Philosophie und Naturwissenschaften unter Berücksichtigung der Intentionen der jeweiligen Quellen</i></li> </ul>
-----------------------------------------------------------------	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### 2.1.3 Qualifikationsphase Leistungskurs

#### Übersichtsraster: Neurobiologie – Leistungskurs

<b>Unterrichtsvorhaben I</b> <b>Thema: Erregungsentstehung und Erregungsleitung an einem Neuron</b> (ca. 18 Unterrichtsstunden)		
Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schülerinnen und Schüler...	Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen
<p><b>Wie ermöglicht die Struktur eines Neurons die Aufnahme und Weitergabe von Informationen? (12 Std.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bau und Funktionen von Nervenzellen: Ruhepotenzial</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bau und Funktionen von Nervenzellen: Aktionspotenzial</li> <li>neurophysiologische Verfahren, Potenzial-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12).</li> <li>entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Aufrechterhaltung und Beeinflussung des Ruhepotenzials (S4, E3).</li> <li>erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge und stellen die Anwendung eines zugehörigen neurophysiologischen Verfahrens dar (S3, E14).</li> </ul>	<p><b>Das Neuron: Die spezialisierte Grundeinheit aller Nervensysteme</b> zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Vorstellung der strukturellen Merkmale einer Nervenzelle im Gegensatz zu den bisher bekannten Zelltypen (→ EF), hinsichtlich der Gliederung in Dendriten, Soma, Axon</i></li> <li><i>Darstellung des Zusammenhangs von Struktur und Funktion</i></li> <li><i>Aufzeigen der Möglichkeiten und Grenzen eines Neuron-Modells, z. B. durch den Vergleich einer schematischen Abbildung mit Realaufnahmen von Nervenzellen</i></li> </ul> <p><b>Nervenzellen unter Spannung: Die Iontheorie des Ruhepotenzials</b> zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Wiederholung der Transportmechanismen an Membranen (→ EF)</i></li> <li><i>Klärung der Bedeutung der Ladungsverteilung an der Axonmembran unter Berücksichtigung des chemischen und elektrischen Potenzials, z. B. am Beispiel Gemeiner Kalmar (Loligo vulgaris)</i></li> <li><i>Entwicklung von Hypothesen zur Aufrechterhaltung</i></li> </ul>

<p>messungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bau und Funktionen von Nervenzellen: Erregungsleitung</li> </ul> <p><b>Wie kann eine Störung</b></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> <li>analysieren die Folgen einer neuronalen Störung aus individueller und gesellschaftlicher Perspektive (S3, K1–4, B2, B6).</li> <li>erläutern das Prinzip der Signaltransduktion bei primären und sekundären Sinneszellen (S2, K6, K10).</li> </ul>	<p><i>des Ruhepotenzials und Erläuterung der Bedeutung von Natrium-Kalium-Ionenpumpen</i></p> <p><b>Neuronen in Aktion: Schnelle und zielgerichtete Informationsweiterleitung</b>  zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>ggf. Einstieg: Reaktionstest mit Lineal</i></li> <li><i>Erläuterung der Veränderungen der Ionenverteilung an der Membran beim Wechsel vom Ruhe- zum Aktionspotenzial, Phasen des Aktionspotenzials, korrekte Verwendung der Fachsprache</i></li> <li><i>Beschreibung einer Versuchsanordnung zur Untersuchung von Potenzialänderungen an Neuronen</i></li> <li><i>begründete Zuordnung von molekularen Vorgängen an der Axonmembran zu den passenden Kurven-Diagrammen (Potenzialmessung)</i></li> <li><i>Auswertung eines Experiments zur Erforschung oder Beeinflussung des Aktionspotenzials, z. B. durch Blockade der spannungsgesteuerten Ionenkanäle</i></li> </ul> <p><b>Vergleich von sofortigem und langsam einsetzendem Schmerz</b>  zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Beschreibung des Phänomens der unterschiedlich schnellen Schmerzwahrnehmung, Aufstellen einer Forschungsfrage und Hypothesenbildung</i></li> <li><i>modellgestützte Erarbeitung der beiden Erregungsleitungstypen und tabellarische Gegenüberstellung von schnellen A<math>\delta</math>-Fasern und langsameren C-Fasern</i></li> <li><i>Erarbeitung der zwei grundsätzlichen Möglichkeiten einer Steigerung der Weiterleitungsgeschwindigkeit, z. B. anhand einer Datentabelle:</i></li> <li><i>Erhöhung des Axondurchmessers (Bsp. Loligo vul-</i></li> </ul>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

Konkrete Unterrichtsvorhaben: Neurobiologie – Leistungskurs

<p align="center"><b>Unterrichtsvorhaben I</b>  <b>Thema: Erregungsentstehung und Erregungsleitung an einem Neuron</b>                      (ca. 18 Unterrichtsstunden)</p>		
Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schülerinnen und Schüler...	Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen
<p><b>Wie ermöglicht die Struktur eines Neurons die Aufnahme und Weitergabe von Informationen? (12 Std.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bau und Funktionen von Nervenzellen: Ruhepotenzial</li> <li>Bau und Funktionen von Nervenzellen: Aktionspotenzial</li> <li>neurophysiologische Verfahren, Potenzialmessungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12).</li> <li>entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Aufrechterhaltung und Beeinflussung des Ruhepotenzials (S4, E3).</li> <li>erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge und stellen die Anwendung eines zugehörigen neurophysiologischen Verfahrens dar (S3, E14).</li> </ul>	<p><b>Das Neuron: Die spezialisierte Grundeinheit aller Nervensysteme</b> zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Vorstellung der strukturellen Merkmale einer Nervenzelle im Gegensatz zu den bisher bekannten Zelltypen (→ EF), hinsichtlich der Gliederung in Dendriten, Soma, Axon</i></li> <li><i>Darstellung des Zusammenhangs von Struktur und Funktion</i></li> <li><i>Aufzeigen der Möglichkeiten und Grenzen eines Neuron-Modells, z. B. durch den Vergleich einer schematischen Abbildung mit Realaufnahmen von Nervenzellen</i></li> </ul> <p><b>Nervenzellen unter Spannung: Die Iontentheorie des Ruhepotenzials</b> zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Wiederholung der Transportmechanismen an Membranen (→ EF)</i></li> <li><i>Klärung der Bedeutung der Ladungsverteilung an der Axonmembran unter Berücksichtigung des chemischen und elektrischen Potenzials, z. B. am Beispiel Gemeiner Kalmar (Loligo vulgaris)</i></li> <li><i>Entwicklung von Hypothesen zur Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials und Erläuterung der Bedeutung von Natrium-Kalium-Ionenpumpen</i></li> </ul> <p><b>Neuronen in Aktion: Schnelle und zielgerichtete</b></p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Bau und Funktionen von Nervenzellen: Erregungsleitung</li> </ul> <p><b>Wie kann eine Störung des neuronalen Systems die Informationsweitergabe beeinflussen? (ca. 2 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Störungen des neuronalen Systems</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an (S6, E1–3).</li> <li>analysieren die Folgen einer neuronalen Störung aus individueller und gesellschaftlicher Perspektive (S3, K1–4, B2, B6).</li> <li>erläutern das Prinzip der Signaltransduktion bei primären und sekundären Sinneszellen (S2, K6, K10).</li> </ul>	<p><b>Informationsweiterleitung</b> zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>ggf. Einstieg: Reaktionstest mit Lineal</i></li> <li><i>Erläuterung der Veränderungen der Ionenverteilung an der Membran beim Wechsel vom Ruhe- zum Aktionspotenzial, Phasen des Aktionspotenzials, korrekte Verwendung der Fachsprache</i></li> <li><i>Beschreibung einer Versuchsanordnung zur Untersuchung von Potenzialänderungen an Neuronen</i></li> <li><i>begründete Zuordnung von molekularen Vorgängen an der Axonmembran zu den passenden Kurven-Diagrammen (Potenzialmessung)</i></li> <li><i>Auswertung eines Experiments zur Erforschung oder Beeinflussung des Aktionspotenzials, z. B. durch Blockade der spannungsgesteuerten Ionenkanäle</i></li> </ul> <p><b>Vergleich von sofortigem und langsam einsetzendem Schmerz</b> zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Beschreibung des Phänomens der unterschiedlich schnellen Schmerzwahrnehmung, Aufstellen einer Forschungsfrage und Hypothesenbildung</i></li> <li><i>modellgestützte Erarbeitung der beiden Erregungstypen und tabellarische Gegenüberstellung von schnellen A<math>\delta</math>-Fasern und langsameren C-Fasern</i></li> <li><i>Erarbeitung der zwei grundsätzlichen Möglichkeiten einer Steigerung der Weiterleitungsgeschwindigkeit, z. B. anhand einer Datentabelle:</i></li> <li><i>Erhöhung des Axondurchmessers (Bsp. Loligo vulgaris) oder Myelinisierung</i></li> <li><i>fakultativ: Ableitung ultimativer Ursachen für schnelle und langsame Erregungsleitung bei Wirbeltieren</i></li> </ul>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

## Übersichtsraster: Stoffwechsel – Leistungskurs

<p>Unterrichtsvorhaben III</p> <p><b>Thema:</b> Energieumwandlung in lebenden Systemen</p> <p><b>Inhaltsfeld 3:</b> Stoffwechselphysiologie</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li><li>• Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)</li></ul> <p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Struktur und Funktion: Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse zeitgleich in einer Zelle.</li><li>• Stoff- und Energieumwandlung: Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen</li></ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 6 Std.</p>	<p>Unterrichtsvorhaben IV</p> <p><b>Thema:</b> Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen</p> <p><b>Inhaltsfeld 3:</b> Stoffwechselphysiologie</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li><li>• Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)</li><li>• Informationen erschließen (K)</li><li>• Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)</li></ul> <p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Struktur und Funktion: Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse zeitgleich in einer Zelle.</li><li>• Stoff- und Energieumwandlung: Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen</li><li>• Steuerung und Regelung: Negative Rückkopplung in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels</li></ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 16 Std.</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



<p>Unterrichtsvorhaben V</p> <p><b>Thema:</b> Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie</p> <p><b>Inhaltsfeld 3:</b> Stoffwechselphysiologie</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel, Fachliche Verfahren: Chromatografie, Tracer-Methode</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biologische Sachverhalte betrachten (S)</li> <li>• Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)</li> <li>• Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)</li> <li>• Informationen aufbereiten (K)</li> </ul> <p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoff- und Energieumwandlung: Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen</li> <li>• Individuelle und evolutive Entwicklung: Zelldifferenzierung bei photosynthetisch aktiven Zellen</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 24 Std.</p>	<p>Unterrichtsvorhaben VI</p> <p><b>Thema:</b> Fotosynthese – natürliche und anthropogene Prozessoptimierung</p> <p><b>Inhaltsfeld 3:</b> Stoffwechselphysiologie</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)</li> <li>• Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)</li> </ul> <p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoff- und Energieumwandlung: Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen</li> <li>• Individuelle und evolutive Entwicklung: Zelldifferenzierung bei C3- und C4-Pflanzen</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 8 Std.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Konkrete Unterrichtsvorhaben: Stoffwechsel – Leistungskurs

<b>Unterrichtsvorhaben III</b> <b>Thema: Energieumwandlung in lebenden Systemen</b> (ca. 6 Unterrichtsstunden)		
Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schülerinnen und Schüler...	Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen
<p><b>Wie wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in nutzbare Energie um? (ca. 6 Std.)</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> <li>• Chemiosmotische ATP-Bildung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11).</li> </ul>	<p><b>Leben und Energie - Lebensvorgänge in Zellen können nur mit Energiezufuhr ablaufen.</b></p> <p>zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>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> u ATP</i></li> <li>• <i>Erarbeitung des Modells eines technischen Kraftwerks (z.B. Pumpspeicherkraftwerk) zur Verdeutlichung der Energieumwandlung, dabei Aktivierung von Vorwissen zum Energieerhaltungssatz (⇒ Physik Sek I) [1]</i></li> <li>• <i>Erarbeitung der Funktionsweise des Transmembranproteins ATP-Synthase in lebenden Systemen</i></li> <li>• <i>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)</i></li> <li>• <i>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)</i></li> </ul>

**Unterrichtsvorhaben IV**  
**Thema: Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen**  
(ca. 16 Unterrichtsstunden)

Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schülerinnen und Schüler...	Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen
<p><b>Wie kann die Zelle durch den schrittweisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen? (ca. 8 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Feinbau Mitochondrium</li> <li>• Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäurezyklus und Atmungskette</li> <li>• Energetisches Modell der Atmungskette</li> <li>• Redoxreaktionen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben und anaeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9),</li> <li>• vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11).</li> </ul>	<p><b>Keine Power ohne Nahrung – Bei heterotrophen Organismen ist die ATP-Synthese an die Oxidation von Nährstoffmolekülen gekoppelt.</b></p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>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)</i></li> <li>• <i>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</i></li> <li>• <i>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</i></li> <li>• <i>Aufstellung einer Gesamtbilanz aus den ersten drei Schritten und Abgleich mit der Bruttogleichung der Zellatmung</i></li> <li>• <i>Hinweis: Strukturformeln der Zwischenprodukte müssen nicht reproduziert werden können.</i></li> </ul>

<p><b>Welche Bedeutung haben Gärungsprozesse für die Energiegewinnung? (ca. 2 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Alkoholische Gärung und Milchsäuregärung</li> </ul> <p><b>Wie beeinflussen Nahrungsergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel? (ca. 6 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Stoffwechselregulation auf Enzymebene</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter <b>aeroben</b> und anaeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9),</li> <li>erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels (S7, E1–4, E11, E12).</li> <li>nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1–4, B5, B7, B9).</li> </ul>	<p><b>Knallgasreaktion in den Mitochondrien?</b> Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Demonstration der stark exergonischen Knallgasreaktion (ggf. Video) und Aufstellung der Reaktionsgleichung, Hypothesenbildung zum Ablauf der analogen Reaktion in den Mitochondrien</i></li> <li><i>Vertiefung des Feinbaus von Mitochondrien bezüglich der Proteinausstattung der inneren Mitochondrienmembran</i></li> <li><i>Veranschaulichung der Redoxreaktionen und des Gefälles der Redoxpotenziale in einem energetischen Modell der Atmungskette (E12)</i></li> <li><i>Analyse der Bedeutung der Verfügbarkeit von Sauerstoff als Endakzeptor der Elektronen und <math>\text{NADH} + \text{H}^+</math> als Elektronendonator zur Aufrechterhaltung des Protonengradienten</i></li> <li><i>Vervollständigung des Schaubilds und Aufstellen einer Gesamtbilanz der Zellatmung (K9)</i></li> <li><i>fakultative Vertiefung weiterer kataboler Reaktionswege, die für den Energiestoffwechsel relevant sind: Oxidation anderer Nährstoffe sowie Abbau eigener Körpersubstanz, Tricarbonsäurezyklus als Stoffwechseldrehscheibe</i></li> </ul> <p><b>PASTEUR-Effekt: Höherer Glucoseverbrauch von Hefezellen unter anaeroben Bedingungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Problematisierung der Auswirkungen von Sauerstoffmangel auf die Glykolyse: Regeneration des <math>\text{NAD}^+</math> bleibt aus (fehlender Endakzeptor für Elektronen in der Atmungskette)</i></li> <li><i>Erläuterung der Stoffwechselreaktionen der alkoholischen Gärung und Milchsäuregärung und deren Bedeutung für die Regeneration von <math>\text{NAD}^+</math></i></li> <li><i>Verwendung geeigneter Darstellungsformen für den stofflichen und energetischen Vergleich der behan-</i></li> </ul>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

		<p><i>delten Stoffwechselwege (K9)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>ggf. Vertiefung: Vergleich der Prozesse bei fakultativen und obligaten Anaerobiern</i></li> </ul> <p><b>Mikronährstoffpräparate beim Sport – Lifestyle oder notwendige Ergänzung?</b></p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Reaktivierung des Vorwissens zu enzymatischen Reaktionen und der Enzymregulation durch Aktivatoren und Inhibitoren (⇒ EF)</i></li> <li>• <i>Anwendung des Konzepts der enzymatischen Regulation auf ausgewählte enzymatische Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels (z.B. Feedbackhemmung der Phosphofruktokinase) (E12)</i></li> <li>• <i>Reaktivierung der Kenntnisse zu Cofaktoren am Beispiel von Mineralstoff- oder Vitaminpräparaten als Nahrungsergänzungsmittel (NEM)</i></li> <li>• <i>angeleitete Recherche zu NEM beim Sport, hierbei besondere Fokussierung auf Quellenherkunft und Intention der Autoren (K4)</i></li> <li>• <i>Bewertungsprozess: Abwägung von Handlungsoptionen und kriteriengeleitete Meinungsbildung sowie Entscheidungsfindung (B9)</i></li> </ul>
--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Unterrichtsvorhaben V**  
**Thema: Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie**  
(ca. 24 Unterrichtsstunden)

Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schülerinnen und Schüler...	Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen
<p><b>Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von Pflanzen abhängig? (ca. 4 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren</li> </ul> <p><b>Welche Blattstrukturen sind für die Fotosynthese von Bedeutung? (ca. 4 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Funktionale Anpasstheiten: Blattaufbau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11).</li> <li>erklären funktionale Anpasstheiten an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4, S5, S6, E3, K6–8).</li> <li>erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13).</li> </ul>	<p><b>Solarenergie sichert unsere Ernährung – Pflanzen sind Selbstversorger und Primärproduzenten</b>  Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reaktivierung der Bruttogleichung der Fotosynthese (→ Sek I) 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> <li>Auswertung der Ergebnisse, Abgleich mit Literaturwerten und Rückbezug auf Hypothesen (E 9–11)</li> </ul> <p><b>Stärkenachweis in panaschierten Blättern – die Fotosynthese findet nur in grünen Pflanzenteilen statt</b>  Zentrale Unterrichtssituationen:</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</li> </ul>

<p><b>Welche Funktionen haben Fotosynthesepigmente? (ca. 4 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionale Anpassungen: Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, Feinbau Chloroplast</li> <li>• Chromatografie</li> </ul> <p><b>Wie erfolgt die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie? (ca. 12 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemiosmotische ATP-Bildung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11).</li> <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>durch Schließzellen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zu Anpassungen von Sonnen- und Schattenblättern (E3), Auswertung von Daten zur Fotosyntheserate</li> </ul> <p><b>Der ENGELMANN-Versuch- Die Fotosyntheseleistung ist abhängig von der Wellenlänge des Lichts.</b> Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswertung des ENGELMANN-Versuchs und Erklärung des ungleichmäßigen Bakterienwachstums entlang der fädigen Alge</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 Fotosystemen unter Verwendung von Modellen</li> <li>• Reflexion des Erkenntnisgewinnungsprozesses (z.B. Einsatz analytischer Verfahren, historischer Experimente und Modelle) (E13)</li> </ul> <p><b>Chloroplasten als Lichtwandler – Wie erfolgt die Synthese von Glucose mit Hilfe von Sonnenlicht?</b> Zentrale Unterrichtssituationen:</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 unter-</li> </ul>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen,</li> <li>• Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration</li> <li>• Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel</li> </ul>		<p><i>schiedlichen Wellenlängen, Identifizierung von Fragestellungen zur Funktionsweise der Fotosysteme (E2)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Entwicklung einer vereinfachten Darstellung der Lichtreaktion in einem energetischen Modell, welche den Energietransfer in den beiden Fotosystemen, die Fotolyse des Wassers, den Elektronentransport über Redoxsysteme mit Redoxpotenzialgefälle und die Bildung von NADPH+ H+ berücksichtigt (K11)</i></li> <li>• <i>Vergleich des membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in der Atmungskette und der Primärreaktion (E12) (⇒ UV 2)</i></li> <li>• <i>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</i></li> <li>• <i>Erläuterung des Tracer- Experiments von CALVIN und BENSON zur Aufklärung der Synthesereaktion und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen der gewonnenen Erkenntnisse (E10, E15)</i></li> <li>• <i>Ergänzung des Schaubildes zur Fotosynthese durch den stofflichen und energetischen Zusammenhang der Teilreaktionen (S2, E9)</i></li> <li>• <i>Darstellung des Zusammenwirkens von Chloroplasten und Mitochondrien in einer Pflanzenzelle für die Aufrechterhaltung der Lebensvorgänge in einer Pflanzenzelle (S7, E9)</i></li> </ul>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



**Unterrichtsvorhaben VI**  
**Thema: Fotosynthese – natürliche und anthropogene Prozessoptimierung**  
(ca. 8 Unterrichtsstunden)

Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schülerinnen und Schüler...	Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen
<p><b>Welche morphologischen und physiologischen Anpasstheiten ermöglichen eine effektive Fotosynthese an heißen und trockenen Standorten? (ca. 4 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionale Anpasstheiten: Blattaufbau</li> <li>• C4-Pflanzen</li> <li>• Stofftransport zwischen Kompartimenten</li> </ul> <p><b>Inwiefern können die Erkenntnisse aus der Fotosyntheseforschung zur Lösung der weltweiten CO<sub>2</sub>-Problematik beitragen? (ca. 4 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichen die Sekundärvorgänge bei C3- und C4-Pflanzen und erklären diese mit der Anpasstheit an unterschiedliche Standortfaktoren (S1, S5, S7, K7),</li> <li>• beurteilen und bewerten multiperspektivisch Zielsetzungen einer bio-technologisch optimierten Fotosynthese im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung (E17, K2, K13, B2, B7, B12)</li> </ul>	<p><b>Verhungern oder Verdursten? – Anpasstheiten bei Mais und Hirse</b></p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erläuterung der Standortfaktoren von C4-Pflanzen, Hypothesenbildung zu Anpasstheiten, auch unter Berücksichtigung der höheren FS-Leistung</li> <li>• Identifizierung der anatomischen Unterschiede im schematischen Blattquerschnitt von C3- und C4-Pflanzen und Beschreibung der physiologischen Unterschiede</li> <li>• Erläuterung der höheren Fotosyntheseleistung der C4-Pflanzen an warmen, trockenen Standorten, dabei Fokussierung auf die unterschiedliche CO<sub>2</sub>-Affinität der Enzyme PEP-Carboxylase und Rubisco</li> <li>• fakultativ: Vergleich verschiedener Fotosyntheseformen inclusive CAM</li> </ul> <p><b>Künstliche Fotosynthese – eine Maßnahme gegen den Klimawandel?</b></p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</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> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Aufstellen von wertebasierten Bewertungskriterien innerfachlicher und gesellschaftlicher/ wirtschaftlicher Art (B7)</i></li><li>• <i>Bewertung der Zielsetzungen aus ökologischer, ökonomischer, politischer und sozialer Perspektive (B12)</i></li></ul>
--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## Übersichtsraster: Ökologie – Leistungskurs

<p>Unterrichtsvorhaben VII</p> <p><b>Thema:</b> Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen</p> <p><b>Inhaltsfeld 4:</b> Ökologie</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Fachliches Verfahren: Erfassung ökologischer Faktoren und quantitative und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li><li>• Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)</li><li>• Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)</li><li>• Informationen aufbereiten (K)</li></ul> <p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Struktur und Funktion: Kompartimentierung in Ökosystemebenen</li><li>• Steuerung und Regelung: Positive und negative Rückkopplung ermöglichen Toleranz</li><li>• Individuelle und evolutive Entwicklung: Angepasstheit an abiotische und biotische Faktoren</li></ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 22 Std.</p>	<p>Unterrichtsvorhaben VIII</p> <p><b>Thema:</b> Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften</p> <p><b>Inhaltsfeld 4:</b> Ökologie</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li><li>• Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)</li><li>• Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)</li><li>• Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)</li></ul> <p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Struktur und Funktion: Kompartimentierung in Ökosystemebenen</li><li>• Individuelle und evolutive Entwicklung: Angepasstheit an abiotische und biotische Faktoren</li></ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 18 Std.</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Unterrichtsvorhaben IX

**Thema:** Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen

**Inhaltsfeld 4:** Ökologie

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

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

**Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:**

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

**Beiträge zu den Basiskonzepten:**

- Stoff- und Energieumwandlung: Kompartimentierung in Ökosystemebenen
- Stoff- und Energieumwandlung: Stoffkreisläufe in Ökosystemen

**Zeitbedarf:** 18 Std.

## Konkrete Unterrichtsvorhaben: Ökologie – Leistungskurs

<b>Unterrichtsvorhaben VII</b> <b>Thema: Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen</b> (ca. 22 Unterrichtsstunden)		
Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schülerinnen und Schüler...	Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen
<p><b>Welche Forschungsgebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Ökologie? (ca. 3 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren.</li> </ul> <p><b>Inwiefern bedingen abiotische Faktoren die Verbreitung von Lebewesen? (ca. 8 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem (S5-7, K8).</li> <li>• untersuchen auf der Grundlage von Daten die physiologische und ökologische Potenz von Lebewesen (S7, E1-3, E9, E13).</li> </ul>	<p><b>Modellökosysteme, z.B. Flaschengarten</b> zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Reaktivierung des Vorwissens zu zentralen Begriffen der Ökologie (→ SI)</i></li> <li>• <i>Darstellung des Wirkungsgefüges von Umweltfaktoren, Lebensvorgängen und Wechselbeziehungen von Lebewesen im gewählten Modellökosystem mit Hilfe einer Concept Map</i></li> <li>• <i>Präsentation der Zusammenhänge unter Berücksichtigung kausaler Erklärungen und der Vernetzung von Systemebenen (S5-7, K8)</i></li> <li>• <i>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)</i></li> </ul> <p><b>Eine Frage der Perspektive – Für Wüstenspringmäuse ist die Wüste kein extremer Lebensraum</b> Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>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</i></li> </ul>

<p><b>Welche Auswirkungen hat die Konkurrenz um Ressourcen an realen Standorten auf die Verbreitung von Arten? (ca. 7 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz,</li> <li>• Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische Potenz</li> <li>• Ökologische Nische</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren die Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- und interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6–K8).</li> <li>• erläutern die ökologische Nische als Wirkungsgefüge (S4, S7, E17, K7, K8).</li> <li>• bestimmen Arten in einem ausgewählten Areal und begründen ihr Vorkommen mit dort erfassten ökologischen Faktoren (E3, E4, E7–9, E15, K8).</li> <li>• analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14).</li> </ul>	<p><i>Angepasstheiten bei Pflanzen → UV 3 Stoffwechselphysiologie)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Untersuchung der Temperaturpräferenz bei Wirbellosen</i></li> <li>• <i>Interpretation von Toleranzkurven eurythermer und stenothermer Lebewesen (E9)</i></li> <li>• <i>Erklärung der unterschiedlichen physiologischen Temperaturtoleranz ausgewählter Lebewesen unter Berücksichtigung des Basiskonzepts Steuerung und Regelung. Berücksichtigung der unterschiedlichen Temperaturtoleranz für Überleben, Wachstum und Fortpflanzung</i></li> <li>• <i>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)</i></li> <li>• <i>Beschreibung des Wirkungsgesetzes der Umweltfaktoren</i></li> <li>• <i>Reflexion der Methodik und Schlussfolgerung, dass die Auswirkungen veränderter Umweltbedingungen aufgrund des komplexen Zusammenwirkens vieler Faktoren nur schwer vorhersagbar sind (E13)</i></li> </ul> <p><b>Vergleich der Standortbedingungen für ausgewählte Arten in Mono- und Mischkultur</b></p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Erläuterung des Konkurrenzbegriffs am Beispiel der intra- und der interspezifischen Konkurrenz, z. B. von Baumarten oder Gräsern in Mono- und Mischkultur (S7)</i></li> <li>• <i>Erklärung der ökologischen Potenz mit dem Zusammenwirken von physiologischer Toleranz und der Konkurrenzstärke um Ressourcen (E9, K6–8)</i></li> </ul>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p><b>Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden? (ca. 4 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen,</li> <li>• Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>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)</i></li> <li>• <i>Herausstellen der Mehrdimensionalität des Nischenmodells und der ultimativen Erklärung der Einnischung (K7, E17)</i></li> </ul> <p><b>Fettwiese oder Magerrasen? – Zeigerpflanzen geben Aufschluss über den Zustand von Ökosystemen</b></p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Exkursion im Schulumfeld, Bestimmung und quantitative Erfassung von Arten und Einführung in das Prinzip des Biomonitorings, z.B. anhand einer Flechtenkartierung oder der Ermittlung von Zeigerpflanzen (E4, E7–9)</i></li> <li>• <i>Sensibilisierung für den Zusammenhang von Korrelation und Kausalität beim Biomonitoring (K8) und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses</i></li> <li>• <i>Ableitung von Handlungsoptionen für das untersuchte Ökosystem (E15)</i></li> <li>• <i>Internetrecherche zur ökologischen Problematik von intensiver Grünlandbewirtschaftung (Fettwiesen) und Begründung von Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen von heimischen, artenreichen Magerwiesen durch extensive Grundlandbewirtschaftung (K11–14)</i></li> </ul>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Unterrichtsvorhaben VIII**  
**Thema: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften**  
(ca. 18 Unterrichtsstunden)

Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schülerinnen und Schüler...	Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen
<p><b>Welche grundlegenden Annahmen gibt es in der Ökologie über die Dynamik von Populationen? (ca. 6 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Idealisierte Populationsentwicklung: exponentielles und logistisches Wachstum</li> <li>• Fortpflanzungsstrategien: r- und K-Strategien</li> </ul> <p><b>In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar? (ca. 6 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interspezifische Beziehungen: Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• interpretieren grafische Darstellungen der Populationsdynamik unter idealisierten und realen Bedingungen auch unter Berücksichtigung von Fortpflanzungsstrategien (S5, E9, E10, E12, K9).</li> <li>• analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6-K8).</li> </ul>	<p><b>Sukzession – wie verändern sich die Populationsdichte und -zusammensetzung an Altindustriestandorten?</b></p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Analyse der Bedingungen für exponentielles und logistisches Wachstum, Interpretation von grafischen Darstellungen unter idealisierten und realen Bedingungen (E9, E10)</i></li> <li>• <i>Erläuterung von dichtebegrenzenden Faktoren</i></li> <li>• <i>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)</i></li> <li>• <i>Kritische Reflexion der im Unterricht verwendeten vereinfachten Annahmen zur Populationsökologie (E12)</i></li> </ul> <p><b>Gut vernetzt – Wechselwirkungen in Biozönosen</b></p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>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)</i></li> <li>• <i>Analyse der Angepasstheiten ausgewählter intera-</i></li> </ul>



<p><b>Wie können Aspekte der Nachhaltigkeit im Ökosystemmanagement verankert werden? (ca. 6 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität</li> <li>• Hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10).</li> <li>• analysieren Schwierigkeiten der Risikobewertung für hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt unter Berücksichtigung verschiedener Interessenslagen (E15, K10, K14, B1, B2, B5).</li> </ul>	<p><i>gierenden Arten auf morphologischer und physiologischer Ebene, z. B. bei Symbiose oder Parasitismus (K7)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Analyse von Daten zu Wechselwirkungen und Bildung von Hypothesen zur vorliegenden Beziehungsform, Reflexion der Datenerfassung (z. B. Diskrepanz zwischen Labor- und Freilandbedingungen, Methodik) (E9)</i></li> <li>• <i>Interpretation grafischer Darstellungen von Räuber-Beute-Systemen und kritische Reflexion der Daten auch im Hinblick auf Bottom Up- oder Top Down-Kontrolle (E9)</i></li> </ul> <p><b>Pestizideinsatz in der Landwirtschaft</b> Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Analyse eines Fallbeispiels zur Schädlingsbekämpfung mit Pestizideinsatz unter Berücksichtigung der kurzfristigen und langfristigen Populationsentwicklung des Schädlings</i></li> <li>• <i>Erläuterung des Konflikts zwischen ökonomisch rentabler Umweltnutzung und Biodiversitätsschutz, z. B. anhand der intensiven Landwirtschaft und dem Einsatz von Pestiziden für den Pflanzenschutz</i></li> <li>• <i>Bewertung von Handlungsoptionen im Sinne eines nachhaltigen Ökosystemmanagements und Diskussion von Handlungsoptionen als Privatverbraucher (K14)</i></li> <li>• <i>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)</i></li> <li>• <i>Nennung der Schwierigkeiten, die bei der Risikobewertung hormonartig wirkender Substanzen in der</i></li> </ul>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

		<p><i>Umwelt auftreten und Diskussion der damit verbundenen Problematik eines Verbotsverfahrens (BfR Endokrine Disruptoren) (E15)</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Analyse der Interessenslagen der involvierten Parteien (B1, B2)</i></li></ul>
--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Unterrichtsvorhaben IX**  
**Thema: Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen**  
(ca. 9 Unterrichtsstunden)

Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schülerinnen und Schüler...	Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen
<p><b><i>In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften durch Energiefluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbindung? (ca. 5 Ustd.)</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5).</li> <li>erklären funktionale Anpasstheiten an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4, S5, S6, E3, K6–8).</li> </ul>	<p><b>Nahrungsbeziehungen und ökologischer Wirkungsgrad</b></p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Reaktivierung der Kenntnisse zu Nahrungsnetzen und Trophieebenen (→ S1) anhand der Betrachtung eines komplexen Nahrungsnetzes, Fokussierung auf die Stabilität artenreicher Netze und Hypothesenbildung zur begrenzten Anzahl an Konsumentenordnungen (S4)</i></li> <li><i>ggf. Analyse eines Fallbeispiels zur Entkopplung von Nahrungsketten durch die Erderwärmung</i></li> <li><i>Erläuterung der Bedeutung der einzelnen Trophieebenen in Stoffkreisläufen (→ IF Stoffwechselfysiologie)</i></li> <li><i>Interpretation der Unterschiede der Stoffspeicherung und des Stoffflusses in terrestrischen und aquatischen Systemen anhand von Biomassepyramiden und Produktionswertpyramiden (K5, E14)</i></li> <li><i>Interpretation von grafischen Darstellungen zum Energiefluss in einem Ökosystem unter Berücksichtigung des ökologischen Wirkungsgrads der jeweiligen Trophieebene</i></li> <li><i>Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der modellhaften Darstellungen (E12)</i></li> <li><i>Anwendung der erworbenen Kenntnisse am Beispiel des Flächen- und Energiebedarfs für die Fleischproduktion auf Grundlage von Untersuchungsbefunden (E14) [2]</i></li> </ul>

<p><b>Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant? (ca. 3 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf</li> </ul> <p><b>Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden? (ca. 5 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts</li> <li>• Ökologischer Fußabdruck</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern geografische, zeitliche und soziale Auswirkungen des anthropogen bedingten Treibhauseffektes und entwickeln Kriterien für die Bewertung von Maßnahmen (S3, E16, K14, B4, B7, B10, B12).</li> <li>• beurteilen anhand des ökologischen Fußabdrucks den Verbrauch endlicher Ressourcen aus verschiedenen Perspektiven (K13, K14, B8, B10, B12).</li> <li>•</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14).</li> <li>• analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5).</li> </ul>	<p><b>Kohlenstoffkreislauf und Klimaschutz</b></p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Darstellung der Austauschwege im Kohlenstoffkreislauf zwischen den Sphären der Erde (Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre, Biosphäre) und Identifikation von Kohlenstoffspeichern (K5)</i></li> <li>• <i>Unterscheidung von langfristigem und kurzfristigem Kohlenstoffkreislauf und Erläuterung der Umweltschädlichkeit von fossilen Energiequellen in Bezug auf die Erderwärmung (E14)</i></li> <li>• <i>Recherche zu Kippunkten (Tipping Points) des Klimawandels und Erläuterung eines Kippelements, z. B. Permafrostboden (K2)</i></li> </ul> <p><b>Aktuelle Debatte um den Einfluss des Menschen auf den Klimawandel</b></p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Identifikation nicht wissenschaftlicher Aussagen im Vergleich zu wissenschaftlich fundierten Aussagen bezüglich des anthropogenen Einflusses auf den Treibhauseffekt (E16)</i></li> <li>• <i>Angeleitete Recherche zu den geografischen, zeitlichen und sozialen Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffekts sowie zu den beschlossenen Maßnahmen</i></li> <li>• <i>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)</i></li> <li>• <i>Ermittlung eines ökologischen Fußabdrucks, Reflexion der verschiedenen zur Ermittlung herangezogenen Dimensionen, Sammlung von Handlungsoptionen im persönlichen Bereich (B8, K13)</i></li> <li>• <i>Erkennen der Grenzen der wissenschaftlichen Wis-</i></li> </ul>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p><b>Wie können umfassende Kenntnisse über ökologische Zusammenhänge helfen, Lösungen für ein komplexes Umweltproblem zu entwickeln? (ca. 5 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stickstoffkreislauf</li> <li>• Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, nachhaltige Nutzung</li> </ul>		<p><i>sensproduktion und der Akzeptanz vorläufiger und hypothetischer Aussagen, die auf einer umfassenden Datenanalyse beruhen (E16)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>ggf. kritische Auseinandersetzung mit dem in der Wissenschaft diskutierten Begriffs des „Anthropozän“</i></li> </ul> <p><b>Umweltproblem Stickstoffüberschuss: Ursachen und Auswege</b></p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Erarbeitung des natürlichen Stickstoffkreislaufs, Identifikation der Stoffspeicher und Austauschwege. Fokussierung auf die Anteile von molekularem Stickstoff und biologisch verfügbaren Verbindungen.</i></li> <li>• <i>Fokussierung auf die anthropogene Beeinflussung des Stickstoffkreislaufs und Strukturierung von Informationen zur komplexen Umweltproblematik durch Stickstoffverbindungen (K2, K5)</i></li> <li>• <i>Recherche zu einem ausgewählten, ggf. lokalen Umweltproblem, welches auf einem zu hohen Stickstoffeintrag beruht und zu den unternommenen Renaturierungsmaßnahmen (K11–14).</i></li> </ul>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## Übersichtsraster: Genetik und Evolution – Leistungskurs

<p>Unterrichtsvorhaben X</p> <p><b>Thema:</b> DNA – Speicherung und Expression genetischer Information</p> <p><b>Inhaltsfeld 5:</b> Genetik und Evolution</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Molekulargenetische Grundlagen des Lebens, Fachliche Verfahren: PCR, Gelelektrophorese</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li><li>• Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)</li><li>• Informationen aufbereiten (K)</li></ul> <p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Struktur und Funktion: Kompartimentierung bei der eukaryotischen Proteinbiosynthese</li><li>• Stoff- und Energieumwandlung: Energiebedarf am Beispiel von DNA-Replikation und Proteinbiosynthese</li><li>• Information und Kommunikation: Codierung und Decodierung von Information bei der Proteinbiosynthese</li></ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 28 Std.</p>	<p>Unterrichtsvorhaben XI</p> <p><b>Thema:</b> DNA – Regulation der Genexpression und Krebs</p> <p><b>Inhaltsfeld 5:</b> Genetik und Evolution</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Molekulargenetische Grundlagen des Lebens</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li><li>• Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)</li><li>• Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)</li></ul> <p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Stoff- und Energieumwandlung: Energiebedarf am Beispiel von DNA-Replikation und Proteinbiosynthese</li><li>• Information und Kommunikation: Codierung und Decodierung von Information bei der Proteinbiosynthese</li><li>• Steuerung und Regelung: Prinzip der Homöostase bei der Regulation der Genaktivität</li></ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 20 Std.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Unterrichtsvorhaben XII</p> <p><b>Thema:</b> Humangenetik, Gentechnik und Gentherapie</p> <p><b>Inhaltsfeld 5:</b> Genetik und Evolution</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Molekulargenetische Grundlagen des Lebens, Fachliche Verfahren: Gentechnik: Veränderung und Einbau von DNA, Gentherapeutische Verfahren</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)</li> <li>• Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)</li> </ul> <p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Information und Kommunikation: Codierung und Decodierung von Information bei der Proteinbiosynthese</li> <li>• Steuerung und Regelung: Prinzip der Homöostase bei der Regulation der Genaktivität</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 18 Std.</p>	<p>Unterrichtsvorhaben XIII</p> <p><b>Thema:</b> Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie</p> <p><b>Inhaltsfeld 5:</b> Genetik und Evolution</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Entstehung und Entwicklung des Lebens</p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biologische Sachverhalte betrachten (S)</li> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• Informationen aufbereiten (K)</li> </ul> <p><b>Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Individuelle und evolutive Entwicklung: Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 20 Std.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Konkrete Unterrichtsvorhaben: Genetik und Evolution– Leistungskurs

Stufe Q1: Konkrete Unterrichtsvorhaben

<p style="text-align: center;"><b>Unterrichtsvorhaben X</b>  <b>Thema: DNA – Speicherung und Expression genetischer Information</b>                      (ca. 28 Unterrichtsstunden)</p>		
Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schülerinnen und Schüler...	Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen
<p><b>Wie wird die identische Verdopplung der DNA vor einer Zellteilung gewährleistet? (ca. 4 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Speicherung und Realisierung genetischer Information: Bau der DNA, semikonservative Replikation, Transkription, Translation</li> </ul> <p><b>Wie wird die genetische Information der DNA zu Genprodukten bei Prokaryoten umgesetzt? (ca. 8 Ustd.)</b></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> <li>• erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6).</li> <li>• deuten Ergebnisse von Experimenten zum Ablauf der Proteinbiosynthese (u. a. zur Entschlüsselung des genetischen Codes) (S4, E9, E12, K2, K9).</li> </ul>	<p><b>Zellteilungen der Zygote nach Befruchtung</b> zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau der DNA (→ SI, → EF), Erstellung eines Baustein-Modells zur Erklärung der Struktur der DNA</i></li> <li>• <i>Hypothesengeleitete Auswertung des MESELSON-STAHN-Experimentes zur Erklärung des Replikationsmechanismus und Erläuterung der experimentellen Vorgehensweise</i></li> <li>• <i>Erklärung der Eigenschaften und Funktionen ausgewählter Enzyme (DNA-Polymerase, DNA-Ligase) für die Prozesse in der Zelle z. B. anhand eines Erklärvideos</i></li> <li>• <i>Erläuterung des Energiebedarfs bei der DNA-Replikation etwa aufgrund der Desoxynukleosid-Triphosphate als Bausteine für die DNA-Polymerase (Bezug zum Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung)</i></li> </ul> <p><b>Modellorganismus Bakterium: Erforschung der Proteinbiosynthese an Prokaryoten</b> Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>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</i></li> </ul>



<p><b>Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen bei der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten? (ca. 5 Ustd.)</b></p> <p><b>Wie können sich Veränderungen der DNA auf die Genprodukte und den Phänotyp auswirken?</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>• erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8).</li> </ul>	<p>zum Basiskonzept Information und Kommunikation und auch Struktur und Funktion)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstellung eines Fließschemas zum grundsätzlichen Ablauf der Proteinbiosynthese (→ 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 (Eigenschaften und Funktionen der RNA-Polymerase, Erkennen der Transkriptionsrichtung) 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 Codesonne unter Rückbezug auf das erstellte Fließschema</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> <li>• Analyse der Experimente von MATTHAEI und NIRENBERG zur Entschlüsselung des genetischen Codes nach dem naturwissenschaftlichen Weg der Erkenntnisgewinnung [3] und ggf. weiterer Experimente</li> <li>• Reflexion der Fragestellungen und Methoden der ausgewählten Experimente zum Ablauf der Proteinbiosynthese (z. B. hinsichtlich der technischen Möglichkeiten)</li> </ul> <p><b>Transkription und Translation bei Eukaryoten</b> Zentrale Unterrichtssituationen:</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p><b>(ca. 5 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Genmutationen</li> </ul> <p><b>Mit welchen molekularbiologischen Verfahren können zum Beispiel Genmutationen festgestellt werden? (ca. 6 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>PCR</li> <li>Gelelektrophorese</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern PCR und Gelelektrophorese unter anderem als Verfahren zur Feststellung von Genmutationen (S4, S6, E8–10, K11).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aktivierung von Vorwissen zu 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>Resistenzen bei Eukaryoten (z. B. Herzglykosid-Resistenz beim Monarchfalter)</b></p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</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> </ul>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Alternativer Kontext: Antibiotika-Resistenz bei Bakterien</i></li> </ul> <p><b>Analyse von Genmutationen (z. B. SARS-CoV-2-Mutanten, Diagnose v. Gendefekten o. Resistenzen)</b> zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Erläuterung der PCR-Methode unter Berücksichtigung der Funktionen der Komponenten eines PCR-Ansatzes und des Ablaufs der PCR</i></li> <li>• <i>Diskussion der möglichen Fehlerquellen und der Notwendigkeit von Negativkontrollen bei Anwendungen der PCR</i></li> <li>• <i>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</i></li> </ul>
--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Unterrichtsvorhaben XI**  
**Thema: DNA – Regulation der Genexpression und Krebs**  
(ca. 20 Unterrichtsstunden)

Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schülerinnen und Schüler...	Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen
<p><b>Wie wird die Genaktivität bei Eukaryoten gesteuert? (ca. 10 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung, Histonmodifikation, RNA-Interferenz</li> </ul> <p><b>Wie können zelluläre Faktoren zum unehemmtten Wachstum der Krebszellen führen? (ca. 6 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Krebs: Krebszellen,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erklären die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren und DNA-Methylierung (S2, S6, E9, K2, K11).</li> <li>erläutern die Genregulation bei Eukaryoten durch RNA-Interferenz und Histon-Modifikation anhand von Modellen (S5, S6, E4, E5, K1, K10).</li> <li>begründen Eigenschaften von Krebszellen mit Veränderungen in Proto-Onkogenen und Anti-Onkogenen (Tumor-Suppressor-Genen) (S3, S5, S6, E12).</li> </ul>	<p><b>Körperzellen: gleiches Erbgut – unterschiedliche Differenzierung</b></p> <p>zentrale Unterrichtssituationen:</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</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>Krebsentstehung als Deregulation zellulärer Kontrolle des Zellzyklus</b></p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Aktivierung von Vorwissen zur Bedeutung des Zell-</i></li> </ul>

<p>Onkogene und Anti-Onkogene, personalisierte Medizin</p> <p><b>Welche Chancen bietet eine personalisierte Krebstherapie? (ca. 4 Ustd.)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• begründen den Einsatz der personalisierten Medizin in der Krebstherapie (S4, S6, E14, K13).</li> </ul>	<p>zyklus und Anwendung von Zellwachstumshemmern (→ EF)</p> <ul style="list-style-type: none"> <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>Krebstherapie: Ermöglicht eine Personalisierung die Vermeidung von Nebenwirkungen?</b></p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</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 und ggf. weiterer Ansätze zu individualisierten Behandlungsmethoden (auch Einbezug von mRNA-Techniken ist möglich) auch unter Berücksichtigung der entstehenden Kosten durch medizinische Forschung und Produktion der Wirkstoffe</li> </ul>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Unterrichtsvorhaben XII**  
**Thema: Humangenetik, Gentechnik und Gentherapie**  
(ca. 18 Unterrichtsstunden)

Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schülerinnen und Schüler...	Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen
<p><b>Welche Bedeutung haben Familienstammbäume für die genetische Beratung betroffener Familien? (ca. 4 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie</li> </ul> <p>Wie wird rekombinante DNA hergestellt und vermehrt?  Welche ethischen Konflikte treten bei der Nutzung gentechnisch veränderter Organismen auf? (ca. 8 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gentechnik: Veränderung und Einbau von DNA, Gentherapeutische Verfahren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>analysieren Familienstammbäume und leiten daraus mögliche Konsequenzen für Gentest und Beratung ab (S4, E3, E11, E15, K14, B8).</li> <li>erklären die Herstellung rekombinanter DNA und nehmen zur Nutzung gentechnisch veränderter Organismen Stellung (S1, S8, K4, K13, B2, B3, B9, B12).</li> <li>bewerten Nutzen und Risiken einer Gentherapie</li> </ul>	<p><b>Ablauf einer Familienberatung bei genetisch bedingten Erkrankungen</b>  Zentrale Unterrichtssituationen:</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> </ul> <p><b>Insulinproduktion durch das Bakterium Escherichia coli</b>  Zentrale Unterrichtssituationen:</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</li> <li>Reflexion des Entscheidungsprozesses mit Unter-</li> </ul>

<p><b>Welche ethischen Konflikte treten im Zusammenhang mit gentherapeutischen Behandlungen beim Menschen auf? (ca. 6 Ustd.)</b></p>	<p>beim Menschen und nehmen zum Einsatz gentherapeutischer Verfahren Stellung (S1, K14, B3, B7–9, B11).</p>	<p><i>scheidung zwischen deskriptiven und normativen Aussagen sowie Berücksichtigung der Intention der verwendeten Quellen</i></p> <p><b>Monogene Erbkrankheiten (z. B. Mukoviszidose)</b>  Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Keimbahntherapie beim Menschen bei Unterscheidung deskriptiver und normativer Aussagen</i></li> <li>• <i>Ableitung von Nutzen und Risiken bei somatischer Gentherapie und Keimbahntherapie für Individuum und Gesellschaft, Aufstellen von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen</i></li> <li>• <i>Reflexion des Bewertungsprozesses aus persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Perspektive</i></li> <li>• <i>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</i></li> </ul>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Unterrichtsvorhaben XIII**  
**Thema: Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie**  
(ca. 20 Unterrichtsstunden)

Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schülerinnen und Schüler...	Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen
<p><b>Wie lassen sich Veränderungen im Genpool von Populationen erklären? (ca. 6 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Synthetische Evolutionstheorie: Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift</li> </ul> <p><b>Welche Bedeutung hat die reproduktive Fitness für die Entwicklung von Angepasstheiten? (ca. 2 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Synthetische Evolutionstheorie: adaptiver Wert von Verhalten, Kosten-Nutzen-Analyse, reproduktive Fitness</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>begründen die Veränderungen im Genpool einer Population mit der Wirkung der Evolutionsfaktoren (S2, S5, S6, K7).</li> <li>erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8).</li> </ul>	<p><b>Schnabelgrößen bei Populationen von Vögeln (z. B. beim Mittleren Grundfink oder Purpurastrilden)</b></p> <p>zentrale Unterrichtssituationen:</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>Abtransport leerer Eierschalen in Lachmöwenkolonien (TINBERGEN-Experiment)</b></p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</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</li> <li>Erläuterung des adaptiven Wertes von Verhalten unter Einbezug der reproduktiven Fitness und Be-</li> </ul>



<p><b>Wie kann die Entwicklung von angepassten Verhaltensweisen erklärt werden? (ca. 3 Ustd.)</b></p> <p><b>Wie lässt sich die Entstehung von Sexualdimorphismus erklären? (ca. 3 Ustd.)</b></p> <p><b>Wie lassen sich die Paarungsstrategien und Sozialsysteme bei Primaten erklären? (ca. 4 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sozialverhalten bei Primaten: exogene und endogene Ursachen, Fortpflanzungsverhalten</li> </ul> <p><b>Welche Prozesse laufen bei der Koevolution ab? (ca. 2 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Synthetische Evolutionstheorie: Koevolution</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern das Fortpflanzungsverhalten von Primaten datenbasiert auch unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (S3, S5, E3, E9, K7).</li> <li>• erläutern die Anpasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8).</li> </ul>	<p><i>rücksichtigung der Umweltbedingungen. Berücksichtigung proximaler und ultimer Ursachen und Vermeidung finaler Begründungen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Reflexion der verwendeten Fachsprache im Hinblick auf die Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen</i></li> </ul> <p><b>Rothirsch-Geweih und Pfauenrad</b> Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zum Sexualdimorphismus</i></li> <li>• <i>Erläuterung der intrasexuellen und intersexuellen Selektion mithilfe einer Kosten-Nutzen-Analyse sowie der reproduktiven Fitness unter Vermeidung finaler Begründungen</i></li> <li>• <i>Reflexion der Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen sowie der Berücksichtigung ultimer und proximaler Ursachen</i></li> </ul> <p><b>Variabilität der Paarungsstrategien und Sozialsysteme bei Primaten</b> Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Ableitung der Zusammenhänge zwischen Reproduktionserfolg, ökologischer Situation und Paarungsstrategie für Männchen bzw. Weibchen und Entwicklung von Hypothesen zu den Strategien z. B. bei Krallenaffen</i></li> <li>• <i>Erläuterung der endogenen und exogenen Ursachen von Fortpflanzungsverhalten unter der Berücksichtigung proximaler und ultimer Erklärungen und der Vermeidung finaler Begründungen</i></li> </ul> <p><b>Orchideen-Schwärmer und Stern von Madagaskar (Bestäuber-Blüte-Koevolution)</b> Zentrale Unterrichtssituationen:</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

		<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Anwendung der Synthetischen Evolutionstheorie auf das System Bestäuber-Blüte unter Berücksichtigung der jeweiligen Selektionsvorteile und Selektionsnachteile für die beiden Arten sowie Vermeidung finaler Begründungen</i></li><li>• <i>Ableitung einer Definition für Koevolution und Erläuterung verschiedener koevolutiver Beziehungen unter Berücksichtigung ultimer und proximaler Ursachen und Vermeidung finaler Aussagen</i></li><li>• <i>Zusammenfassung der Erklärungsansätze für evolutive Prozesse auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung der Fachsprache</i></li></ul>
--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Unterrichtsvorhaben XIV**  
**Thema: Stammbäume und Verwandtschaft**  
(ca. 16 Unterrichtsstunden)

Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schülerinnen und Schüler...	Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen
<p><b>Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen? (ca. 4 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Stammbäume und Verwandtschaft: Artbildung, Bio-diversität, populationsgenetischer Artbegriff, Isolation</li> </ul> <p><b>Welche molekularen Merkmale deuten auf eine phylogenetische Verwandtschaft hin? (ca. 3 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>molekularbiologische Homologien, ursprüngliche und abgeleitete Merkmale</li> </ul> <p><b>Wie lässt sich die phylo-</b></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> <li>deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8).</li> </ul>	<p><b>Vielfalt der Finken auf den Galapagos-Inseln</b>  Zentrale Unterrichtssituationen:</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 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>Universalhomologien und genetische Variabilität – ein Widerspruch?</b>  Zentrale Unterrichtssituationen:</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</li> </ul>



<p><b>Wie lässt sich die Synthetische Evolutionstheorie von nicht naturwissenschaftlichen Vorstellungen abgrenzen? (ca. 2 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Synthetische Evolutionstheorie: Abgrenzung von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen</li> </ul>	<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><b>Wiederholt sich die Evolution? – Unabhängige Mutationen (z. B. in Myoglobin-Genen)</b></p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>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</i></li> <li><i>Reflexion des Phänomens konvergenter Entwicklungen unter Einbezug der Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels (Basiskonzept Individuelle und evolutive Entwicklung)</i></li> </ul> <p><b>Intelligent Design – eine Pseudowissenschaft</b></p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Erläuterung der Merkmale naturwissenschaftlicher Theorien unter Berücksichtigung der Evidenzbasierung sowie Begründung der Einordnung des Intelligent Design als Pseudowissenschaft</i></li> <li><i>Reflexion der verschiedenen Betrachtungsweisen evolutiver Prozesse durch Religion, Philosophie und Naturwissenschaften unter Berücksichtigung der Intentionen der jeweiligen Quellen</i></li> </ul>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Unterrichtsvorhaben XV**  
**Thema: Humanevolution und kulturelle Evolution**  
(ca. 10 Unterrichtsstunden)

Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schülerinnen und Schüler...	Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen
<p><b>Wie kann die Evolution des Menschen anhand von morpho-logischen und molekularen Hinweisen nachvollzogen werden?(ca. 7 Ustd.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Evolution des Menschen und kulturelle Evolution: Ursprung, Fossilgeschichte, Stammbäume und Verbreitung des heutigen Menschen, Werkzeuggebrauch, Sprachentwicklung</li> </ul> <p><b>Welche Bedeutung hat die kulturelle Evolution für den Menschen und andere soziale Lebewesen? (ca. 3 Ustd.)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>diskutieren wissenschaftliche Befunde und Hypothesen zur Humanevolution auch unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit (S4, E9, E12, E15, K7, K8).</li> <li>die Bedeutung der kulturellen Evolution für soziale Lebewesen analysieren (E9, E14, K7, K8, B2, B9).</li> </ul>	<p><b>Stammbusch des Menschen – ein dynamisches Modell</b></p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Formulierung von Hypothesen zu morphologischen Anpasstheiten 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>Kultur und Tradition – typisch Mensch?</b></p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</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</li> </ul>

		<i>lebenden Tieren (Werkzeuggebrauch bei Schimpansen, Jagdtechniken bei Orcas oder Delfinen) und multiperspektivische Diskussion ihrer Bedeutung</i>
--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit

Im Biologieunterricht des Schiller-Gymnasiums stehen die Schüler\*innen im Mittelpunkt des Lernprozesses. Ziel ist es, sie in ihrer Entwicklung zu selbstständigen, eigenverantwortlichen, selbstbewussten, sozial kompetenten und engagierten Persönlichkeiten zu unterstützen. Dies geschieht durch eine Unterrichtsgestaltung, die die individuellen Bedürfnisse und Fähigkeiten der Lernenden berücksichtigt und somit eine gezielte Förderung ermöglicht.

Die Unterrichtsgestaltung ist kompetenzorientiert angelegt, was bedeutet, dass die Schüler\*innen nicht nur Wissen erwerben, sondern auch die Fähigkeit entwickeln, dieses Wissen in verschiedenen Kontexten anzuwenden. Lehr- und Lernprozesse sind herausfordernd und kognitiv aktivierend gestaltet, indem sie problem-, anwendungs- und erfahrungsorientierte Elemente enthalten. Dies fördert das kritische Denken und die Problemlösungsfähigkeiten der Lernenden.

Um den Lernprozess transparent zu gestalten, sind die unterrichtlichen Prozesse und Inhalte klar strukturiert. Die Schüler\*innen sollen jederzeit nachvollziehen können, welche Lernziele verfolgt werden und wie sie diese erreichen können. Der Unterricht legt großen Wert auf selbstständiges, eigenverantwortliches und selbstreguliertes Lernen und Arbeiten, wodurch die Lernenden befähigt werden, ihre eigenen Lernprozesse aktiv zu steuern.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Förderung der Kooperationsfähigkeit der Schüler\*innen. Durch Gruppenarbeiten und kooperative Lernformen wird das soziale Miteinander gestärkt und die Teamfähigkeit gefördert. Zudem werden in verschiedenen Unterrichtsvorhaben fächerübergreifende Aspekte berücksichtigt, um den Lernenden ein ganzheitliches Verständnis von Chemie im Kontext anderer Fachdisziplinen zu vermitteln.

Insgesamt zielt der Biologieunterricht darauf ab, die Schüler\*innen umfassend auf die Herausforderungen der Zukunft vorzubereiten und ihnen die notwendigen Kompetenzen für ein selbstbestimmtes Leben zu vermitteln.



## 2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

### Rechtliche Grundlagen

Auf der Grundlage von § 48 SchulG, § 13 APO-GOST sowie Kapitel 3 des Kernlehrplans für die Sekundarstufe II Gymnasium/Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen (Lernerfolgsüberprüfung und Leistungsbewertung, S. 45ff) hat die Fachkonferenz im Einklang mit dem entsprechenden schulbezogenen Konzept die nachfolgenden Grundsätze zur Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung beschlossen. Im Zuge einer schulinternen Differenzierung legt die Fachkonferenz nach § 70 (4) SchulG Grundsätze zu Verfahren und Kriterien der Leistungsbewertung im Rahmen des schulinternen Curriculums fest.

### Kriterien der Leistungsbewertung für die Sekundarstufe II (EF bis Q2)

Aus den in Punkt I genannten rechtlichen Grundlagen ergeben sich die schulinternen Kriterien der Leistungsbewertung für die Sekundarstufe II am Schiller-Gymnasium. Weiterhin gelten die rechtlich verbindlichen Grundsätze der Leistungsbewertung, die im Schulgesetz sowie in der Ausbildungs- und Prüfungsordnung für die gymnasiale Oberstufe (APO-GOST) dargestellt sind. Demgemäß sind bei der Leistungsbewertung von Schülerinnen und Schülern erbrachte Leistungen in den Beurteilungsbereichen „Schriftliche Arbeiten/Klausuren“ sowie „Sonstige Mitarbeit“ entsprechend den in der APO-GOST angegebenen Gewichtungen zu berücksichtigen. Dabei bezieht sich die Leistungsbewertung insgesamt auf die im Zusammenhang mit dem Unterricht erworbenen Kompetenzen und nutzt unterschiedliche Formen der Lernerfolgsüberprüfung.

### Kompetenz- und Anforderungsbereiche

Die Leistungsbewertung in der Sekundarstufe II bezieht sich auf die im Kernlehrplan benannten vier Kompetenzbereiche (Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung) und unterscheidet dabei in Anlehnung an die einheitlichen Prüfungsanforderungen (EPA) Biologie jeweils die drei verschiedenen Anforderungsbereiche (s.u.). Diese unterscheiden sich sowohl im Grad der Selbstständigkeit bei der Bearbeitung der Aufgaben als auch im Grad der Komplexität der gedanklichen Verarbeitungsprozesse, sodass sie eine Abstufung in Bezug auf den Anspruch der Aufgabe verdeutlichen.

Anforderungsbereich	Fachbezogene Beschreibung
I	das Wiedergeben von Sachverhalten und Kenntnissen im gelernten Zusammenhang, die Verständnissicherung sowie das Anwenden und Beschreiben geübter Arbeitstechniken und Verfahren.
II	das selbstständige Auswählen, Anordnen, Verarbeiten, Erklären und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Gesichtspunkten in einem durch Übung bekannten Zusammenhang und das selbstständige Übertragen und Anwenden des Gelernten auf vergleichbare neue Zusammenhänge und Sachverhalte.
III	das Verarbeiten komplexer Sachverhalte mit dem Ziel, zu selbstständigen Lösungen, Gestaltungen oder Deutungen, Folgerungen, Verallgemeinerungen, Begründungen und Wertungen zu gelangen. Dabei wählen die Schülerinnen und Schüler selbstständig geeignete Arbeitstechniken und Verfahren zur Bewältigung der Aufgabe, wenden sie auf eine neue Problemstellung an und reflektieren das eigene Vorgehen.

Die folgende Darstellung zeigt eine nicht abschließende Auswahl an Beispielen dafür, wie Aufgaben bzw. die in den Aufgabenstellungen geforderten Schülerleistungen den Kompetenz- und Anforderungsbereichen zugeordnet werden können.

### **Umgang mit Fachwissen**

- Wiedergeben und Erläutern von Basiswissen (Fakten, Zusammenhänge, Arbeitstechniken und Methoden sowie Prinzipien, Gesetzen, Regeln und Theorien o.a.) sowie dessen Erläuterung in einem begrenzten Gebiet im gelernten Zusammenhang (I)
- selbstständiges Übertragen von Basiswissen auf vergleichbare neuartige Fragestellungen, veränderte Sachzusammenhänge oder abgewandelte Verfahrensweisen (II)
- kritisches Reflektieren und Modifizieren biologischer Fachbegriffe, Regeln, Gesetze etc. vor dem Hintergrund neuer, komplexer und widersprüchlicher Informationen und Beobachtungen (III)
- selbstständiges Auswählen und Anpassen geeigneter erlernter Methoden, Verfahren und Fachwissen zur Lösung komplexer neuartiger innerfachlicher Problemsituationen (III)

### **Erkenntnisgewinnung**

- Aufbauen und Durchführen eines einfachen Experiments nach vorgelegtem Plan (I)
- Aufbauen, Durchführen und Erläutern eines bekannten Demonstrationsexperiments im gelernten Zusammenhang (I)
- Wiedergeben und Erläutern eines gelernten Modells zu einem begrenzten Gebiet im gelernten Zusammenhang (I)
- Auswerten von komplexeren neuen Ergebnissen nach bekannten Verfahren (II)
- Anwenden bekannter Experimente und Untersuchungsmethoden auf vorgegebene neuartige Fragestellungen, Hypothesen o. a. (II)
- Übertragen und Anpassen von bekannten Modellvorstellungen auf neuartige Zusammenhänge (II)
- Selbstständiges Planen, Aufbauen und Durchführen eines Experiments zu einer neuartigen, vorgegebenen Fragestellung (III)
- Entwickeln und Beschreiben fundierter neuer Hypothesen, Modelle, Lösungswege o. a. auf der Basis verschiedener neuer Fakten und experimenteller Ergebnisse (III)
- Entwickeln eines eigenständigen Zugangs zu einem biologischen Phänomen bzw. Problem (Zerlegung in Teilprobleme, Konstruktion von geeigneten Fragestellungen und Hypothesen sowie Planung eines geeigneten Experimentes) (III)

### **Kommunikation**

- Beschreiben makroskopischer und mikroskopischer Beobachtungen (I)
- Beschreiben und Protokollieren von Experimenten (I)
- Entnehmen von Informationen aus einfachen Fachtexten (I)
- Umsetzen von Informationen in übersichtliche, die Zusammenhänge verdeutlichende Schemata (*Concept-Maps*, Flussdiagramme o. a.) (I/II)
- mündliches und schriftliches Darstellen von Daten, Tabellen, Diagrammen, Abbildungen mit Hilfe der Fachsprache (I)
- Wiedergabe und Erläuterung von einzelnen Argumenten (I)
- strukturiertes schriftliches oder mündliches Präsentieren komplexer Sachverhalte (II)
- Anwenden von bekannten Argumentationsmustern in neuen Kontexten (II)
- eigenständiges Recherchieren, Strukturieren, Beurteilen und Aufarbeiten von Informationen mit Bezug auf neue Fragestellungen oder Zielsetzungen (III)
- Argumentieren auf der Basis nicht eindeutiger Rohdaten: Aufbereitung der Daten, Fehleranalyse und Herstellung von Zusammenhängen (III)

## **Bewertung**

- Darstellen von Konflikten und ihren Lösungen in wissenschaftlich-historischen Kontexten in einem begrenzten Gebiet und wiederholenden Zusammenhang (I)
- Wiedergeben und Erläutern von Positionen und Argumenten bei Bewertungen in bioethischen Zielkonflikten in einem begrenzten Gebiet und wiederholenden Zusammenhang (I)
- Bewerten von Aussagen und Handlungsoptionen anhand bekannter differenzierter Bewertungskriterien in neuen bioethischen Konfliktsituationen (II)
- Begründetes Abwägen und Bewerten von Handlungsoptionen in neuen bioethischen Dilemma-Situationen (II)
- kritisches Bewerten komplexer bioethischer Konflikte in neuen Zusammenhängen aus verschiedenen Perspektiven (III)
- begründetes Treffen von Entscheidungen unter Einbezug von Handlungsalternativen, differenzierten Bewertungskriterien und bekannten Entscheidungsfindungsstrategien in neuen bioethischen Zielkonfliktsituationen (III)
- selbstständiges Reflektieren und Bewerten der Tragweite, Möglichkeiten und Grenzen bekannter biowissenschaftlicher Erkenntnisse und Methoden in neuen Zusammenhängen (gesellschaftliche Relevanz, Einfluss auf Welt- und Menschenbild o. a.) (III)

### 2.3.1 Klausuren

In der EF.1 wird eine Klausur im 2. Quartal geschrieben. In der EF.2 werden bis zur Q1 pro Halbjahr zwei Klausuren geschrieben. In der Q2 werden im 1. Halbjahr zwei Klausuren geschrieben. Die Klausur im 2. Halbjahr der Q2 wird unter Abiturbedingungen geschrieben. Dabei ergeben sich folgende Klausurlängen (in Minuten):

Kursart	EF 1.	EF 2.	Q1 1.	Q1 2.	Q2 1.	Q2 2. und Abitur
GK	90	90	90	90	135	255
LK			135	135	225	300

#### Facharbeit:

In einem Fach kann in der Jgst. Q1 die erste Klausur im 2. Halbjahr durch eine Facharbeit ersetzt werden. Facharbeiten dienen dazu, die Schülerinnen und Schüler mit den Prinzipien und Formen selbstständigen, wissenschaftspropädeutischen Lernens vertraut zu machen. Die Facharbeit ist eine umfangreichere schriftliche Hausarbeit und selbstständig zu verfassen. Für Schüler, die einen Projektkurs belegen, entfällt die Verpflichtung zur Anfertigung einer Facharbeit (§ 14 Abs. 3 APO-GOST).

Die Bewertung der Klausuren erfolgt nach einem Punkteraster, welches den Schüler\*innen auf dem Aufgabenblatt nach Teilaufgaben aufgeschlüsselt mitzuteilen ist. Die Benotung der Klausuren erfolgt i. d. R. nach folgendem Grundsatz:

Erreichte Punktzahl (in %)	<20	20	40	55	70	85
Note	6	5-	4-	3-	2-	1-

Die anderen Notenstufen ergeben sich durch äquidistante Unterteilung der angegebenen Intervalle:

#### LK – Abitur: 120 Punkte (ab 2025)

Note	Punkte	Erreichte BE
sehr gut plus	15	120 – 114
sehr gut	14	113 – 108
sehr gut minus	13	107 – 102
gut plus	12	101 – 96
gut	11	95 – 90
gut minus	10	89 – 84
befriedigend plus	9	83 – 78
befriedigend	8	77 – 72
befriedigend minus	7	71 – 66
ausreichend plus	6	65 – 60
ausreichend	5	59 – 54
ausreichend minus	4	53 – 48
mangelhaft plus	3	49 – 40
mangelhaft	2	39 – 33
mangelhaft minus	1	32 – 24
ungenügend	0	23 – 0

**GK – Abitur: 90 Punkte (ab 2025)**

Note	Punkte	Erreichte BE
sehr gut plus	15	90 – 86
sehr gut	14	85 – 81
sehr gut minus	13	80 – 77
gut plus	12	76 – 72
gut	11	71 – 68
gut minus	10	67 – 63
befriedigend plus	9	62 – 59
befriedigend	8	58 – 54
befriedigend minus	7	53 – 50
ausreichend plus	6	49 – 45
ausreichend	5	44 – 41
ausreichend minus	4	40 – 36
mangelhaft plus	3	35 – 30
mangelhaft	2	29 – 25
mangelhaft minus	1	24 – 18
ungenügend	0	17 – 0

**LK – Q1: 80 Punkte (ab 2025)**

Note	Punkte	Erreichte BE
sehr gut plus	15	80 – 76
sehr gut	14	75 – 72
sehr gut minus	13	71 – 68
gut plus	12	67 – 64
gut	11	63 – 60
gut minus	10	59 – 56
befriedigend plus	9	55 – 52
befriedigend	8	51 – 48
befriedigend minus	7	47 – 44
ausreichend plus	6	43 – 40
ausreichend	5	39 – 36
ausreichend minus	4	35 – 32
mangelhaft plus	3	31 – 27
mangelhaft	2	26 – 22
mangelhaft minus	1	21 – 16
ungenügend	0	15 – 0

**GK EF – Q1: 60 Punkte (ab 2025)**

Note	Punkte	Erreichte BE
sehr gut plus	15	60 – 57
sehr gut	14	56 – 54
sehr gut minus	13	53 – 51
gut plus	12	50 – 48
gut	11	47 – 45
gut minus	10	44 – 42
befriedigend plus	9	41 – 39
befriedigend	8	38 – 36
befriedigend minus	7	35 – 33
ausreichend plus	6	32 – 30
ausreichend	5	29 – 27
ausreichend minus	4	26 – 24
mangelhaft plus	3	23 – 20
mangelhaft	2	19 – 17
mangelhaft minus	1	16 – 12
ungenügend	0	11 – 0

**Korrekturzeichen:**

Zeichen	Beschreibung
A	Ausdruck/unpassende Stilebene o.ä.
FS	Fachsprache (fehlend/falsch)

Zeichen für die inhaltliche Korrektur:

Zeichen	Beschreibung
✓	richtig (Ausführung/Lösung/etc.)
f	falsch (Ausführung/Lösung/etc.)
(✓)	folgerichtig (richtige Lösung auf Grundlage einer fehlerhaften Annahme/Zwischenlösung)
≈	ungenau (Ausführung/Lösung/etc.)
[–]	Streichung (überflüssiges Wort/Passage)
⌈ bzw. #	Auslassung
Wdh	Wiederholung, wenn vermeidbar

**Fachspezifisch für das Fach Biologie werden folgende Korrekturzeichen ergänzend verwendet:**

Zeichen	Beschreibung
Sa	falsche Sachaussage, Material unzureichend ausgeschöpft, falsch zitiert
D	falscher Zusammenhang, falsche Schlussfolgerungen, lückenhafter Begründungszusammenhang, Widerspruch
Fa	falscher Fachausdruck
Bg	falsche, fehlende oder unvollständige Begründung
Th	Fehlender Bezug zum Thema/zur Aufgabenstellung

### **2.3.2 Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen“**

Der Beurteilungsbereich „Sonstige Mitarbeit“ beruht in Anlehnung an die Sekundarstufe I auf diversen Beobachtungen zum Zwecke der Leistungsbewertung (s.u. Tabelle „Beurteilung Sonstige Mitarbeit“). Diese sollen die Qualität (entsprechend der geltenden Anforderungsbereiche), Quantität und Kontinuität der Beiträge, die die Schülerinnen und Schüler im Unterricht einbringen, erfassen. Diese Beiträge sollen unterschiedliche mündliche, schriftliche und praktische Formen in enger Anbindung an die Aufgabenstellung und das Anspruchsniveau der jeweiligen Unterrichtseinheit erfassen. Dies bezieht auch Leistungen ein, die in kooperativer Form erbracht werden. Im Verlauf der gymnasialen Oberstufe ist auch in diesem Beurteilungsbereich sicherzustellen, dass Formen, die im Rahmen der Abiturprüfungen von Bedeutung sind, frühzeitig vorbereitet und angewendet werden.

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

Die Grundsätze der Leistungsbewertung werden den Schülerinnen und Schülern immer zum Schuljahresbeginn, bei Lehrerwechsel auch zum Halbjahresbeginn mitgeteilt. Ein Hinweis darauf wird im Klassenbuch/Kursheft vermerkt. Kriterien der Leistungsbewertung im Zusammenhang mit konkreten, insbesondere offenen Arbeitsformen werden den Schülerinnen und Schülern grundsätzlich vor deren Beginn transparent gemacht.

Für Präsentationen, Arbeitsprotokolle, Dokumentationen und andere Lernprodukte der sonstigen Mitarbeit erfolgt eine Leistungsrückmeldung, bei der inhalts- und darstellungsbezogene Kriterien angesprochen werden. Hier werden zentrale Stärken als auch Optimierungsperspektiven für jede Schülerin bzw. jeden Schüler hervorgehoben. Die Leistungsrückmeldungen bezogen auf die mündliche Mitarbeit erfolgen auf Nachfrage der Schülerinnen und Schüler außerhalb der Unterrichtszeit, spätestens aber in Form von mündlich mitgeteilten Quartalsnoten. Auch hier erfolgt eine individuelle Beratung im Hinblick auf Stärken und Verbesserungsperspektiven. Für jede mündliche Abiturprüfung (im 4. Fach oder bei Abweichungs- bzw. Bestehensprüfungen im 1. bis 3. Fach) wird ein Kriterienraster für den ersten und zweiten Prüfungsteil vorgelegt.

Die Grundsätze der Leistungsbewertung werden den Schülerinnen und Schülern immer zum Schuljahresbeginn, bei Lehrerwechsel auch zum Halbjahresbeginn mitgeteilt. Ein Hinweis darauf wird im Klassenbuch/Kursheft vermerkt. Kriterien der Leistungsbewertung im Zusammenhang mit konkreten, insbesondere offenen Arbeitsformen werden den Schülerinnen und Schülern grundsätzlich vor deren Beginn transparent gemacht.

Die Schülerinnen und Schüler können sich zu jeder Zeit bei der Lehrkraft über ihren derzeitigen Leistungsstand informieren und gegebenenfalls Beratung in Anspruch nehmen. Mindestens einmal im Halbjahr erfolgt eine Besprechung der Note.

## Bewertungskriterien der sonstigen Mitarbeit

Leistungsbereich	Sehr gut Die Anforderungen werden in besonderem Maße erfüllt	Gut Die Anforderungen voll erfüllt	Befriedigend Die Anforderungen werden im ganzen noch erfüllt	Ausreichend Die Anforderungen werden im Allgemeinen noch erfüllt	Mangelhaft Die Anforderungen werden nicht mehr erfüllt	Ungenügend Die Anforderungen werden in keiner Weise erfüllt
<b>Mündliche Mitarbeit im Unterricht</b>  (Qualität und Quantität: Hauptteil der sonstigen Mitarbeitsnote)	<ul style="list-style-type: none"> <li>in jeder Stunde häufig</li> <li>problemlösend, bringt den Unterricht weiter, sieht neue Aspekte</li> <li>fördert Denkprozesse</li> <li>hört anderen zu und geht auf deren Beiträge ein</li> <li>sehr aufmerksam</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>in jeder Stunde mehrmals</li> <li>trägt erkennbar zum Ziel der Stunde oder der Gruppenarbeit bei, sieht Zusammenhänge</li> <li>meist aufmerksam</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>in jeder Stunde mindestens einmal</li> <li>muss zur Arbeit aufgefordert werden</li> <li>teilweise aufmerksam</li> <li>zuweilen kritisch</li> <li>bei kleinschrittigem Vorgehen produktiv</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>nicht in jeder Stunde</li> <li>bei Aufforderung meist Mitarbeit</li> <li>geht selten auf andere ein</li> <li>öfter abgelenkt oder passiv, wenig Eigeninitiative, meist wiederholend</li> <li>lässt sich von anderen tragen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine aktive Mitarbeit</li> <li>uninteressiert</li> <li>störendes Verhalten</li> <li>schreibt in PA/GA Ergebnisse ab</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wie mangelhaft, zusätzlich: verweigert Mitarbeit auch nach Aufforderung</li> </ul>
<b>Fachsprache</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>sehr gute umfassende Kenntnisse</li> <li>sicherer Umgang mit Fachbegriffen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>gute Kenntnisse</li> <li>meist sicherer Umgang mit Fachsprache</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grundkenntnisse</li> <li>Unsicherheit bei der Fachsprache</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grundkenntnisse lückenhaft</li> <li>Fachsprache b. Wiederholungen angemessen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grundkenntnisse lückenhaft</li> <li>Fachsprache unsicher</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grundkenntnisse lückenhaft, kein Zusammenhang zu früheren Themen ersichtlich</li> </ul>
<b>Schriftliche Mitarbeit im Unterricht</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zügiges Arbeiten</li> <li>optimale Zeitausnutzung</li> <li>gibt sich sehr viel Mühe</li> <li>hoher Anspruch an eigene Leistung</li> <li>leistet mehr als gefordert</li> <li>durch Fehlstunden versäumte Unterrichtsinhalte werden nachgearbeitet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>arbeitet eigenständig ohne Lehrerkontrolle</li> <li>gelungenen Ergebnisse</li> <li>oft ausführlich</li> <li>durch Fehlstunden versäumte Unterrichtsinhalte werden nachgearbeitet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>arbeitet meist eigenständig</li> <li>benötigt kurze Ansprache</li> <li>Ergebnisse unterschiedlich in Qualität und Umfang</li> <li>durch Fehlstunden versäumte Unterrichtsinhalte werden z.T. nachgearbeitet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>muss öfter zur Arbeit aufgefordert werden</li> <li>Ergebnisse teilweise knapp und selten intensiv und ausführlich</li> <li>durch Fehlstunden versäumte Unterrichtsinhalte werden lückenhaft nachgearbeitet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>kaum fertige Ergebnisse</li> <li>viele Arbeiten unvollständig</li> <li>durch Fehlstunden versäumte Unterrichtsinhalte werden kaum nachgearbeitet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>nie fertige Ergebnisse</li> <li>fast alle Arbeiten unvollständig oder nicht vorhanden</li> <li>durch Fehlstunden versäumte Unterrichtsinhalte werden nicht nachgearbeitet</li> </ul>
<b>Kurzvorträge und kurze Präsentationen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ist immer und freiwillig bereit</li> <li>Fachinhalte und Zusammenhänge werden richtig, frei und umfassend vorgebracht</li> <li>Ergebnisse klar und verständlich formuliert</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Präsentation und Ergebnisse verständlich</li> <li>Vortrag eigenständig und sicher</li> <li>in allen Bereichen gelungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>muss z.T. angehalten werden sich einzubringen</li> <li>benötigt Unterstützung</li> <li>leistet einen Gruppenbeitrag</li> <li>gibt sich oft Mühe</li> <li>Darstellung lückenhaft u. umständlich formuliert</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>entzieht sich z.T.</li> <li>übernimmt eher leichte Bereiche</li> <li>lässt sich von den anderen mitziehen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>oft keine eigenen Beiträge</li> <li>übernimmt unreflektiert Beiträge von anderen /Texte aus dem Material</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine eigenen Beiträge</li> <li>keine zusammenhängende Darstellung</li> </ul>
<b>Experimentieren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>selbstständig</li> <li>gut vorbereitet</li> <li>sorgfältig</li> <li>sicher</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>sorgfältig</li> <li>meist selbstständig</li> <li>sicher</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>motiviert</li> <li>benötigt Hilfen</li> <li>sicher</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>oft unselbstständig</li> <li>fehlerhafte Durchführung</li> <li>häufiges nachfragen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>unselbstständig</li> <li>unzuverlässig</li> <li>Sicherheitsaspekt unbeachtet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>unselbstständig</li> <li>unzuverlässig</li> <li>abgelenkt</li> <li>Sicherheit unbeachtet</li> </ul>
<b>Hausaufgaben</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>eigeninitiativ, weiterführende Vorschläge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>regelmäßig, vollständig, fehlerfrei</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>regelmäßig, weitestgehend vollständig, wenige Fehler</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>unregelmäßig, unvollständig, fehlerhaft</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>selten, wenig sinnvoll, viele Fehler</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>verweigert Leistung</li> </ul>
<b>Anwesenheit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>jede unentschuldigte Fehlstunde wird mit der Note 6 bewertet</li> <li>Nacharbeitung von entschuldigten Fehlstunden (siehe Spalte schriftliche Mitarbeit im Unterricht)</li> </ul>					



### 3 Lehr- und Lernmittel

Lehrbuch: Biologie heute (Einführungsphase und Qualifikationsphase)

### 4 Entscheidungen zu fach- oder unterrichtsübergreifenden Fragen

Viele der im Unterrichtsfach Biologie behandelten Themen werden auch in den anderen Naturwissenschaften aufgegriffen. Damit dies den Schülerinnen und Schülern verdeutlicht und somit Verweise zu bereits gelernten Inhalten und Fächern gemacht werden können, werden im Folgenden die wichtigsten Synergien zwischen Biologie und den beiden Fächern Chemie und Physik beschrieben:

Physik:

Jahrgangsstufe	Inhaltsfeld	Bezüge zum Fach Biologie
7	Wärmelehre	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regeln der Thermodynamik</li> </ul>
7	Modell der Elementarteilchen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elektronen und Protonen</li> <li>Rudimentär Bohrsches Atommodell</li> </ul>
7	Elektro	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stromfluss bedeutet die Bewegung von Elektronen (Klasse 10 – Neurobiologie)</li> </ul>
9	Schweredruck	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dichte mit Archimedischem Prinzip (EF – Stoffe und Stoffeigenschaften)</li> </ul>
EF	Atomphysik	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bohrsches Atommodell (Atombau und Aufbau des PSE)</li> </ul>

Chemie:

Jahrgangsstufe	Inhaltsfeld	Bezüge zum Fach Biologie
EF	Steuerung chemischer Reaktionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eigenschaften von Molekülen bestimmen deren Verhalten in und an Membranen; Energie, Stoffwechsel und Enzyme (EF – Biomembranen &amp; Zellkompartimentierung)</li> </ul>
Q1	Energieumwandlung bei chemischen Reaktionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energiebereitstellung und -umwandlung in lebenden Zellen (Q1 – Stoffwechsel / Energieumwandlung in lebenden Systemen)</li> </ul>
Q2	Kunststoffe – organische Werkstoffe nach Maß	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nachhaltigkeit und anthropogene Einflüsse des Menschen auf die Biosphäre (Q1 – Ökologie)</li> </ul>

## 5 Qualitätssicherung und Evaluation

### **Qualitätssicherung:**

Wird durch die halbjährlich stattfindenden Fachkonferenzen und der damit verbundene Austausch zwischen Fachkollegen, Eltern und SchülerInnen sichergestellt.

### **Evaluation:**

Der schulinterne Lehrplan wird jährlich evaluiert und ggf. angepasst.