

**Hauseigenes Curriculum Biologie**  
(Seitenangaben: Bioskop Qualifikationsphase - Niedersachsen)

1. Semester: Leben und Energie
2. Semester: Vernetzte Systeme - Lebewesen in ihrer Umwelt
3. Semester: Entwicklungsprozesse – Vielfalt des Lebens
4. Semester: Informationsverarbeitung in Lebewesen

Grundlage der schriftlichen Abiturprüfung in Niedersachsen sind die Bildungsstandards im Fach Biologie für die Allgemeine Hochschulreife (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.06.2020) sowie das Kerncurriculum Biologie (KC 2022). Die aufgeführten Kompetenzen sind bis zum Ende der Qualifikationsphase verbindlich zu erwerben. Die zusätzlich für das erhöhte Anforderungsniveau vorgesehenen Kompetenzen sind fett gedruckt hervorgehoben.

**1. Semester: Leben und Energie**

Fachwissen Die Schüler...	Erkenntnisgewinnung (EG), Kommunikation (KK), Bewertung (BW) Die Schüler...	Themen (Seiten im Bioskop 12/13)
<p><b>Fotoautotrophe Lebewesen stellen energetisch nutzbare Stoffe her.</b> Vergleichbar zur Zellatmung stehen bei der Thematisierung der Fotosynthese grundlegende Prinzipien (z. B. ATP-Bildung, Ablauf von Redoxreaktionen, Reaktionszyklen, Fließgleichgewicht) im Zentrum des Unterrichts. Ausgehend von der Bedeutung der Fotosynthese für Lebewesen wird mit der Erarbeitung des Blattbaus, des Chloroplasten, der wichtigen Fotosynthesepigmente sowie der Primär- und Sekundärreaktionen der Weg von der makroskopischen über die mikroskopische bis zur molekularen Ebene besprochen. Dabei wird die Abhängigkeit der Fotosynthese von verschiedenen abiotischen Faktoren erarbeitet und die Anpassbarkeit von Pflanzen an trockene Lebensräume untersucht.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Struktur eines bifazialen Laubblatts.</li> <li>• erläutern Struktur-Funktionsbeziehungen bei meso- und xerophytischen Laubblättern.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären Modifikationen bei Sonnen- und Schattenblättern funktional.(KK)</li> <li>• mikroskopieren und zeichnen den selbstständig angefertigten Blattquerschnitt eines bifazialen Laubblatts.(EG)</li> <li>• skizzieren die Struktur eines Chloroplasten unter Berücksichtigung der Kompartimentierung.(EG)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedeutung der Fotosynthese (68/69)</li> <li>• Bau des Blattes, der Chloroplast (70/71)</li> <li>• Sonnen- und Schattenblatt (94/95), (Verknüpfung mit abiotischer Faktor Licht sinnvoll, 316/317)</li> <li>• Abiotischer Faktor Wasser, Wasserhaushalt der Pflanzen (312-315)</li> <li>• Transpiration (98/99), Xeromorphie als Anpassbarkeit (100/101)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Abhängigkeiten der Fotosyntheserate von Lichtintensität, Temperatur und Kohlenstoffdioxidkonzentration.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führen eine Dünnschichtchromatografie zur Trennung von Fotosynthesepigmenten durch und werten das Chromatogramm aus.(EG)</li> <li>• entwickeln Fragestellungen mit Bezug auf Abhängigkeit der Fotosynthese-Rate von einem ausgewählten abiotischen Faktor, planen ein hypothesengeleitetes Experiment unter Berücksichtigung des Variablengefüges, führen dieses durch, nehmen Daten auf, werten sie auch unter Berücksichtigung von Fehlerquellen aus, widerlegen oder stützen Hypothesen und reflektieren die Grenzen der Aussagekraft der eigenen experimentellen Daten.(EG)</li> <li>• präsentieren ihre Lern- und Arbeitsergebnisse sachgerecht.(KK)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Fotosynthese ist von verschiedenen Faktoren abhängig (88/89)</li> <li>• Versuche zur Abhängigkeit der Fotosynthese von verschiedenen abiotischen Faktoren (90/91)</li> <li>• Chromatografie und Autoradiographie (74/75)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Absorption von Licht verschiedener Wellenlängen durch Blattpigmente</li> <li>• erläutern Fixierungs-, Reduktions- und Regenerationsphase als Teilschritte der Sekundärreaktionen.</li> <li>• erläutern die ATP-Synthese der Primärreaktionen der Fotosynthese anhand des chemiosmotischen Modells.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen auf stofflicher und energetischer Ebene schematisch dar.(KK)</li> <li>• leiten das Wirkungsspektrum aus den Absorptionsspektren verschiedener Pigmente ab.</li> <li>• <b>leiten anhand vorliegender Daten aus einer Tracer-Untersuchung Teilschritte von Stoffwechselwegen ab.(EG)</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pigmente absorbieren Licht (76-79)</li> <li>• Chemiosmotisches Modell der ATP-Bildung (80/81)</li> <li>• Calvin Zyklus – C-Körper-Schema (86/87)</li> <li>• <b>Die Tracermethode und ihr Einsatz in der Forschung (hier Glycolyse) (38/39)</b></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>werten Daten zu unterschiedlichen Fotosyntheseraten in C3- und C4-Pflanzen im Hinblick auf Anpassbarkeiten aus.(EG)</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mais – eine C4-Pflanze (102/103)</b></li> <li>• <b>Zusatz: CAM-Pflanzen (104/105)</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>beschreiben energetische Anregung der Elektronen in Lichtsammelkomplexen von Fotosystemen,</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>planen ein Experiment zur Funktion von Chlorophyll als lichtsensibles Redoxpigment unter Berücksichtigung des Variablengefüges, nehmen Daten auf und werten sie unter Berücksichtigung von Redoxpotenzialen aus.(EG)</b></li> <li>• <b>stellen das energetische Modell der Primärreaktionen schematisch dar.(KK)</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Energetisches Modell der ATP-Bildung (84/85)</b></li> <li>• <b>Modellversuch zum Elektronentransport bei der Photosynthese (mit Methylrot und Ascorbinsäure) (82/83)</b></li> </ul>

Curricula Q12 und Q13 ab Abitur 2025  
(grundlegendes und erhöhtes Niveau)

<p><b>Energienutzung ermöglicht die Aufrechterhaltung von Lebensprozessen.</b> Im Zentrum bei der Erarbeitung der Vorgänge bei der Dissimilation stehen die grundlegenden Prinzipien, z. B. ATP-Bildung, Ablauf von Redoxreaktionen, Reaktionszyklen, Fließgleichgewicht. So stehen der Bau und die Funktion der Mitochondrien, die Grundprinzipien von Stoffwechselwegen bei der Glykolyse, der oxidativen Decarboxylierung und dem Citratzyklus sowie die ATP-Synthese im Mitochondrium im Fokus des Unterrichts. Die Vernetzung der energiebereitstellenden Prozesse und die Bedeutung von Stoffwechseldrehscheiben lassen sich am Beispiel der Vorgänge in Muskeln bei Belastung aufzeigen.</p>		
Die Schüler...	Die Schüler...	•
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Energieübertragung auf molekularer Ebene durch das ATP/ADP-System.</li> <li>• erläutern die Abgabe von Wärme bei der Nutzung von Energie als Energieentwertung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nutzen eine geeignete Darstellungsform für das Prinzip der energetischen Kopplung.(KK)</li> <li>• unterscheiden bei der Thermogenese zwischen kausalen und funktionalen Erklärungen.(KK)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieformen und Energieentwertung (22/23)</li> <li>• ATP als universeller Energieträger(24/25)</li> <li>• Bereitstellung von Energie aus Glucose (30/31)</li> <li>• Anpassung an körperliche Anstrengung (26/27)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben Redoxreaktionen als Elektronenübertragungen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führen ein Experiment zur modellhaften Veranschaulichung von Redoxreaktionen bei Stoffwechselreaktionen durch.(EG)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Blue-Bottle-Experiment (37)</li> <li>• Oxidation von NADH +H<sup>+</sup> bei der Atmungskette (37)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• skizzieren die Struktur des Mitochondriums unter Berücksichtigung von Kompartimentierung und Oberflächenvergrößerung.(EG)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiestoffwechsel und Mitochondrium (34/35)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Bildung von CO<sub>2</sub>, ATP sowie NADH + H<sup>+</sup> und FADH<sub>2</sub> beim oxidativen Abbau von Glucose.</li> <li>• erläutern die Synthese von ATP anhand des chemiosmotischen Modells sowie die Bildung von Wasser bei der Atmungskette.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen die Stoff- und Energiebilanz der vier Teilschritte der Zellatmung strukturiert dar.(KK)</li> <li>• <b>diskutieren Möglichkeiten und Grenzen des energetischen Modells der Atmungskette.(EG)</b></li> <li>• <b>leiten anhand vorliegender Daten aus einer Tracer-Untersuchung Teilschritte von Stoffwechselwegen ab.(EG)</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exkurs Kohlenhydrate (32/33)</li> <li>• <b>Die Tracermethode und ihr Einsatz in der Forschung (38/39)</b></li> <li>• Die Glykolyse findet im Cytoplasma statt (40/41)</li> <li>• oxidative Decarboxylierung und Tricarbonsäurezyklus (C-Körperschema) (42/43)</li> <li>• <b>Atmungskette mit Elektronentransport (44-47)</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>erläutern die ATP-Synthese beim Glucoseabbau unter anaeroben Bedingungen bei Milchsäuregärung und alkoholischer Gärung.</b></li> <li>• <b>erläutern die Abhängigkeit der Gärung von Temperatur und Substratkonzentration auf Enzymebene.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• werten Befunde zur Wirkung der Phosphofruktokinase im Hinblick auf das Prinzip der Rückkopplung aus.(EG)</li> <li>• <b>planen ein hypothesengeleitetes Experiment zur alkoholischen Gärung unter Berücksichtigung des Variablengefüges, führen dieses durch, nehmen Daten auf, werten sie aus und widerlegen oder stützen Hypothesen.(EG)</b></li> <li>• <b>erklären die Regeneration des NAD<sup>+</sup> bei der Gärung als Angepasstheit an anaerobe Bedingungen funktional.(KK)</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulation energieliefernder Stoffwechselwege (u.a. PFK) (52/53)</li> <li>• <b>Gärungen (48-53)</b></li> <li>• <b>Experiment zur Substratspezifität der Gärung (51)</b></li> <li>• Aufbau quergestreifter Muskulatur, Kontraktion (54-57)</li> <li>• Übersicht (60/61)</li> </ul> <p>Zusatz:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hormonelle Regulation des Kohlenhydratstoffwechsels (58/59)</li> <li>• Leistungssteigerung, Doping (z.B. Testosteron) (456/457) (auch im Neurobiologie Kurshalbjahr möglich, mögliche Überschneidungen mit dem Sportprofil beachten.)</li> </ul>

**2. Semester: Vernetzte Systeme - Lebewesen in ihrer Umwelt**

Fachwissen Die Schüler...	Erkenntnisgewinnung (EG), Kommunikation (KK), Bewertung (BW) Die Schüler...	Themen (Seiten im Bioskop 12/13)
<p><b>Wechselbeziehungen zwischen Organismen und Lebensraum bilden Ökosysteme. Biodiversität dient der Beschreibung des Zustands von Ökosystemen.</b></p>		
<p>Die Angepasstheit an bestimmte Lebensräume aufgreifend geben die Ermittlung und Analyse ökologischer Toleranzen einen Einblick in die Ursachen von Verteilung und Häufigkeit der Organismen. Die Struktur des Lebensraumes und der Rahmen der Umweltänderungen beeinflussen die Reaktionen der Organismen (z. B. Verhaltensreaktionen, physiologische und morphologische Anpassungen). Eine Bestandsaufnahme in einem schulnahen Ökosystem (z.B. einem Wald) schafft die Grundlage für die Einsicht in die Komplexität solcher Systeme. Bei der Bestandsaufnahme werden Methoden wie Bestimmungsübungen, physikalische und chemische Untersuchungen und Vegetationsaufnahmen eingeübt.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichen unter Bezug auf biotische und abiotische Faktoren physiologische und ökologische Potenz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• planen ein Experiment zur Toleranz von Organismen gegenüber einem ausgewählten abiotischen Faktor und führen es unter Berücksichtigung des Variablengefüges durch, nehmen quantitative Daten auf und werten sie aus.(EG)</li> <li>• präsentieren die erhobenen Daten zur Toleranz von Organismen gegenüber einem abiotischen Faktor mithilfe einer geeigneten Darstellungsform.(KK)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abiotische und biotische Faktoren (304/305)</li> <li>• Experiment: Ökologische Potenz (306/307)</li> <li>• Abiotischer Faktor Temperatur (308/309)</li> <li>• (wenn nicht in 12.1: Homoithermie /Poikilothermie (310/311))</li> <li>• Abiotischer Faktor Wasser (312/313 – wenn nicht schon in der Fotosyntheseinheit behandelt),</li> <li>• Stress bei Pflanzen (314/315) (sinnvolle Verknüpfung mit dem Wasserhaushalt der Pflanzen, 154-157)</li> <li>• Abiotischer Faktor Licht (316/317) (Verknüpfung mit Sonnen- und Schattenblatt sinnvoll, 152/153)</li> </ul>
<p><b>Wechselwirkungen zwischen Lebewesen</b> Anhand der Untersuchungsergebnisse werden Nahrungsnetze erstellt, die durch Literaturdaten ergänzt werden können. Aus den Aussagen zum Nahrungsnetz lassen sich z.B. Konkurrenzbeziehungen herleiten. Von der Vielfalt der Wechselbeziehungen (Räuber/Beute, Wirt/Parasit, Symbiose) wird ein Ausschnitt beispielhaft betrachtet. Die Untersuchung der interspezifischen Konkurrenz führt zur Erarbeitung des Konzepts der ökologischen Nische. Im Zusammenhang mit Wachstumsmodellen wird zwischen dichteabhängigen und dichteunabhängigen Faktoren unterschieden. Die Grenzen mathematischer Modelle werden dabei aufgezeigt. (leicht verändert aus: KC 2017)</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern inter- und intraspezifische Konkurrenz, Räuber-Beute-Beziehung, Parasitismus und Symbiose als Wechselbeziehungen zwischen Organismen an konkreten Beispielen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen die ökologische Nische als Beziehungsgefüge zwischen einer Art und ihrer Umwelt mithilfe einer geeigneten Darstellungsform dar.(KK)</li> <li>• werten Ökogramme im Hinblick auf interspezifische Konkurrenz aus.(EG)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotische Faktoren: Nahrungsbeziehungen, Parasiten, Symbionten (318-321)</li> <li>• Regulation des Populationswachstums (328/329)</li> <li>• Räuber Beute-Beziehung (330/331)</li> <li>• Ökologische Nische, Koexistenz, Konkurrenzausschlussprinzip (322-325)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern exponentielle und logistische Entwicklungen von Populationen vor dem Hintergrund von Regulation in Ökosystemen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären r- und K-Fortpflanzungsstrategien funktional.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• logistisches und exponentielles Wachstum (326/327)</li> <li>• r- und k Strategien (334/335)</li> <li>• Zusatz: Lotka-Volterra-Modell (332/333)</li> </ul>
<p><b>Stoffkreislauf und Energiefluss in Ökosystemen.</b> Nach der Thematisierung des Kohlenstoffkreislaufs zeigen ökologische Pyramiden und Energiebilanzen den hohen Energieverlust von einer Trophieebene zur nächsten (Energieentwertung). Beim Vergleich der Produktivität verschiedener Ökosysteme sollen die Ursachen für deren Unterschiede herausgearbeitet werden. Bei der beispielhaften Erarbeitung eines weiteren Stoffkreislaufes werden auch seine Störungen thematisiert, zum Beispiel: Stickstoffkreislauf und Eutrophierung, Nitratbelastung; die Beziehung zwischen Kohlenstoffkreislauf und Treibhauseffekt.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Biomassetransfer und Energienutzung in Nahrungsketten und -netzen.</li> <li>• erläutern Stoffflüsse in Ökosystemen der Biosphäre anhand des Kohlenstoffkreislaufs.</li> <li>• erläutern Biomassetransfer und Energienutzung in Nahrungsketten und -netzen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wählen Daten zu einer hormonartig wirkenden Substanz in einer Nahrungskette aus und erschließen dazu Informationen aus Quellen mit verschiedenen, auch komplexen Darstellungsformen.(KK)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kohlenstoffkreislauf, Nahrungsnetze, Fließgleichgewicht (340/341)</li> <li>• Produktivität eines Ökosystems (344/345)</li> <li>• Energiefluss (346/347)</li> <li>• Übersicht über Stoffkreisläufe und den Energiefluss (232/233)</li> <li>• Anreicherung von Hormonen in Nahrungsketten (348/349)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern mikrobielle Stickstoff-Fixierung, Nitrifikation, Denitrifikation und Ammonifikation durch Mikroorganismen als Chemosynthese.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen einen Stickstoffkreislauf auf molekularer Ebene unter Berücksichtigung von Produzenten, Konsumenten und Destruenten schematisch dar.(KK)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stickstoffkreislauf (352/353)</li> <li>• Chemosynthese (350/351)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern das Ökosystem als Beziehungsgefüge zwischen Biotop und Biozönose unter Einbeziehung der spezifischen biotischen und abiotischen Faktoren.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• interpretieren die Ergebnisse freilandbiologischer Untersuchungen und leiten Aussagen zur Biodiversität ab.(KK)</li> <li>• wenden labor- und freilandbiologische Geräte und Techniken zur qualitativen und quantitativen Erfassung von Arten in einem Areal sachgerecht an.(EG)</li> </ul>	<p>Beispiel: Ökosystem Wald</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotop und Biozönose (356/357)</li> <li>• Waldboden (362/363)</li> <li>• Sukzession des Waldes (364/365)</li> <li>• Bioindikatoren im Wald (366/367)</li> <li>• Freilanduntersuchungen (Bodenuntersuchung 354/355, Bestimmungsübungen 358/359, Vegetationsaufnahmen 360/361)</li> </ul> <p>Beispiel: Hochmoor</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotop und Biozönose (368/369)</li> <li>• Angepasstheiten (370/371)</li> </ul>

Curricula Q12 und Q13 ab Abitur 2025  
(grundlegendes und erhöhtes Niveau)

		<p>Beispiel: Ökosystem Wiese</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotop und Biozönose (372/373)</li> <li>• Abiotische und biotische Einflüsse (370/371)</li> <li>• Ökosystem Wiese (372-375)</li> </ul> <p>Beispiel: Ökosystem See</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotop und Biozönose (376/377)</li> <li>• Der See im Wechsel der Jahreszeiten (378/379)</li> <li>• Eutrophierung (380/381)</li> <li>• Freilanduntersuchungen (Gewässeranalyse 354/355)</li> </ul> <p>Beispiel: Ökosystem Fließgewässer</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotop und Biozönosen (382/383)</li> <li>• Selbstreinigung eines Fließgewässers – Stickstoffkreislauf (384/385)</li> <li>• Freilanduntersuchungen (Chemische Untersuchungen 386/387)</li> <li>• Renaturierung eines Ökosystems (402-405)</li> </ul> <p>Beispiel: Ökosystem Meer</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotop und Biozönosen (388/399)</li> <li>• Strömungssystem und Kohlenstoffgehalt (390/391)</li> <li>• Das Wattenmeer (392/393)</li> </ul>
<p><b>Die anthropogene Nutzung verändert die Stabilität von Ökosystemen. Eine nachhaltige Nutzung von Ressourcen kann unter Berücksichtigung der Regenerationsfähigkeit von Ökosystemen erreicht werden.</b></p> <p>In dieser Einheit werden Beispiele für ein zukunftsfähiges ökologisches Verhalten unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit behandelt. Alle biologischen Systeme unterliegen einem ständigen Wandel. Natürliche und durch den Menschen verursachte Veränderungen in Ökosystemen werden an einem Beispiel betrachtet und in Orientierung am Nachhaltigkeitsprinzip diskutiert. Um den Blick für globale Zusammenhänge und zu erwartende Entwicklungen zu bekommen, werden z. B. die Versauerung der Ozeane, die Bedeutung und der Schutz der Biodiversität oder die nachhaltige Landnutzung thematisiert.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Nutzung von Ressourcen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung unter Berücksichtigung von Biodiversität.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• reflektieren kurz- und langfristige sowie lokale und globale Folgen einer Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahme und bewerten deren Auswirkungen im Hinblick auf Nachhaltigkeit aus ökologischer, ökonomischer und sozialer Perspektive.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interessenkonflikte zwischen Menschen und dem Naturschutz (soziale, zeitliche und räumliche Fallen) (398/399)</li> <li>• Bedeutung der Biodiversität (400/401)</li> <li>• Ökologisches Bewerten am Beispiel der Streuobstwiese (408/409) oder Kursfahrt (406/407)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• diskutieren evidenzbasiert zu den Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffekts auf den Stofffluss in einer Nahrungskette.(KK)</li> <li>• <b>entwickeln auf Basis des ökologischen Fußabdrucks Handlungsoptionen in alltagsrelevanten Entscheidungssituationen zur Kohlenstoffdioxidbilanz und wägen sie ab.(BW)</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Treibhauseffekt und Kohlenstoffkreislauf (410-413) (Hier mögliche Überschneidungen mit Erdkunde beachten.)</li> <li>• <b>Kohlenstoffdioxid-Bilanzen und Nachhaltigkeit (414/415)</b></li> </ul>

3. Semester: Entwicklungsprozesse – Vielfalt des Lebens

<b>Fachwissen</b>  Die Schüler...	<b>Erkenntnisgewinnung (EG), Kommunikation (KK), Bewertung (BW)</b>  Die Schüler...	<b>Themen der Genetik im „alten“ Bioskop der Klasse 11 (B11) und im Bioskop 12/13 Evolutionsthemen (Seiten im Bioskop 12/13)</b>
<b><i>Durch spezifische Basenabfolgen in der DNA werden Informationen für die Struktur von Proteinen gespeichert und über die Proteinbiosynthese exprimiert.</i></b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben die molekulare Struktur der DNA und erläutern die komplementäre Basenpaarung durch Wasserstoffbrücken.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>leiten aus Daten die Vervielfältigung von genetisch gespeicherter Information durch semikonservative Replikation ab.(EG)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DNA Träger der Erbinformation (124/125)</li> <li>Bau der DNA (125/127)</li> <li>Verdoppelung von Zellen - der Zellzyklus (128/129)</li> <li>Identische Verdoppelung der DNA (130/131)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern Transkription und Translation als Realisierung von genetisch gespeicherten Informationen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erklären Proteinvielfalt durch alternatives Spleißen in der eukaryotischen Proteinbiosynthese funktional.(KK)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Von Proteinen zum Merkmal (132/133)</li> <li>Entschlüsselung des genetischen Codes (134/135)</li> <li>Proteinbiosynthese: Transkription (136/137)</li> <li>Proteinbiosynthese: Translation (138/139)</li> <li>Steuerung der Genexpression durch mRNA-Prozessierung (154/155)</li> </ul>
<b><i>Die Steuerung der Genexpression führt zur Bildung spezifischer Proteine.</i></b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Steuerung der Genexpression durch Hormone als Transkriptionsfaktoren.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>leiten aus umweltbedingten Methylierungsmustern der DNA ab, dass Genexpression über Methylierung gesteuert wird.(EG)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exkurs: Protein (142/143)</li> <li>Steuerung der Genaktivität bei Prokaryoten (146/147)</li> <li>Steuerung der Genaktivität bei Eukaryoten (148-149)</li> <li>Steuerung der Genexpression durch Hormone (152/153)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern RNA-Interferenz als Mechanismus zur Hemmung der Genexpression.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erklären Genexpression durch Histonmodifikation proximat.(KK)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>RNA-Interferenz (156/157)</b></li> <li><b>Histonmodifikationen (150/151)</b></li> </ul>
<b><i>Mutationen in den Basensequenzen der DNA können zu hereditären Erkrankungen führen. Gentechnische Verfahren werden zur Diagnose und Behandlung genetisch bedingter Erkrankungen genutzt.</i></b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern Genmutationen und ihre Auswirkungen auf Zell-, Organ- und Organismus-Ebene.</li> <li>beschreiben ein gentherapeutisches Verfahren zum Austausch von DNA-Sequenzen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>leiten aus Familienstambäumen die Wahrscheinlichkeit des Auftretens hereditärer Erkrankungen ab.(KK)</li> <li>bewerten bioethische Aspekte eines Gentests in der genetischen Beratung auch unter Unterscheidung deskriptiver und normativer Aussagen, bilden sich kriteriengeleitet Meinungen, treffen Entscheidungen und reflektieren Entscheidungen.(BW)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mutationen (166/167)</li> <li>Mutagene (Beispiel: Mondscheinkinder 168/169),</li> <li>Mögliche Beispiele Sichelzellanämie (172/173), Mukoviszidose (174/175)</li> <li>Molekularbiologische Methoden (PCR 176/177, Gelelektrophorese 170/171)</li> <li>Stammbaumanalyse (178/179)</li> <li>Genetische Beratung/ethisches Bewerten (180-183)</li> <li><b>DNA Chip Technologie (184/185)</b></li> <li>Gentechnik: Bakterien Produzieren Humaninsulin (188/189)</li> <li>CRISPR/Cas (190/191)</li> <li>Hochdurchsatz-DNA-Sequenzierung (192/193)</li> </ul>
<b><i>Der fehlgesteuerte Zellzyklus kann zur Bildung von Krebszellen führen.</i></b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben die Entstehung von Krebs als unkontrollierte Teilungen und Wachstum von Zellen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>werten Forschungsbefunde zur Beeinflussung des Zellzyklus durch mutierte oder epigenetisch modifizierte Onkogene und Anti-Onkogene beziehungsweise ihrer Genprodukte aus.(EG)</li> <li>recherchieren zu einem Verfahren der personalisierten Krebsmedizin und wählen passende Quellen aus.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Kontrolle des Zellzyklus (194/195)</b></li> <li><b>Tumorstadium durch Fehlregulation der Zellteilungskontrolle (196/197)</b></li> <li><b>Personalisierte Krebsmedizin und Onkogene (198/199)</b></li> </ul>
<b><i>Genetische Variabilität innerhalb von Populationen ändert sich von Generation zu Generation. Evolution führt über die Bildung neuer Arten zu Biodiversität.</i></b>		
<p>Die Behandlung der Evolutionsfaktoren, wie Mutation, Rekombination, Isolation, Selektion, Gendrift und Koevolution, führt dazu, dass die Evolution als ein andauernder, nicht zielgerichteter Prozess verstanden wird, der die vielfältigen und relativ angepassten Lebensformen hervorbringt. Weiter erfolgt die Behandlung von Fossilfunden (Homologien, Analogien, Brückentiere), das Belegen von Verwandtschaft durch molekularbiologische Homologien sowie die vergleichende Betrachtung von zentralen Evolutionstheorien. Anschließend werden Stammbäume anhand von ursprünglichen und abgeleiteten Merkmalen entwickelt. Veränderungen eines Genpools lassen sich durch Modellrechnungen oder Simulationen veranschaulichen. Artbildung wird als Ergebnis der Separation von Genpools dargestellt. Nach der allopatrischen Artbildung wird die sympatrische Artbildung thematisiert, bevor die adaptive Radiation im Zentrum des Unterrichts steht.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern das Zusammenwirken von Rekombination, Mutation, genetischer Variabilität und phänotypischer Variation, reproduktive Fitness,</li> <li>beschreiben den populationsgenetischen Artbegriff.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>simulieren evolutive Prozesse und diskutieren Möglichkeiten und Grenzen des Modells. (EG)</li> <li>erklären Koevolution ultimat und vermeiden dabei finale Begründungen.(KK)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Variabilität (236/237)</li> <li>Geschlechtliche Fortpflanzung (238/239)</li> <li>Selektionstypen (241/242)</li> <li>Präadaptation (Fluktuationstest) (244/245)</li> <li>Isolationsmechanismen (246/247)</li> <li>Koevolution (260/261)</li> <li>Sexuelle Selektion (254/255)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Isolation und Drift bei Selektion und Artbildung.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Gendrift (248/249)</li> <li>Allopatrische Artbildung (250/251)</li> <li>Sympatrische Artbildung (252/253)</li> <li>Adaptive Radiation (258/259)</li> </ul>

Curricula Q12 und Q13 ab Abitur 2025  
(grundlegendes und erhöhtes Niveau)

<ul style="list-style-type: none"> <li>analysieren Kosten und Nutzen von Verhaltensweisen hinsichtlich ihrer Konsequenzen für die reproduktive Fitness.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erklären Verhaltensweisen aus ultimer und proximer Sicht und vermeiden finale Aussagen.(KK)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kosten Nutzen Analysen (270-273)</li> <li>Proximate und ultimate Erklärungsformen (256/257)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>grenzen die synthetische Evolutionstheorie von nichtwissenschaftlichen Vorstellungen ab.(KK)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evolution der Evolutionstheorie - Lamarck und Darwin (230/231)</li> <li>Kreationistische und religiöse Sichtweisen (232/233)</li> <li>Synthetische Evolutionstheorie (234/235)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>erläutern exogene und endogene Ursachen für das Sozialverhalten von Primaten.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>beobachten und dokumentieren geschlechtsspezifische Verhaltensweisen von Primaten und leiten deren adaptiven Wert ab.(EG)</b></li> <li><b>erklären Maximierung der reproduktiven Fitness anhand von Paarungssystemen bei Primaten funktional.(KK)</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Aggressionsverhalten (276/277)</b></li> <li><b>Individualektion, Verwandtenselektion und Altruismus (278/279)</b></li> <li><b>Sozialverhalten der Primaten (280/281)</b></li> </ul>
<b>Abgestufte Ähnlichkeiten von Organismen dienen als Belege für die Rekonstruktion der gemeinsamen Abstammung.</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>erstellen und interpretieren Stammbäume auf der Grundlage von ursprünglichen und abgeleiteten Merkmalen zur Darstellung von phylogenetischer Verwandtschaft.(KK)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ordnung in der Vielfalt (206/207)</li> <li>Homologien und Analogien (210/211)</li> <li>morphologische Rekonstruktion von Stammbäumen (212-215)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die molekularen Vorgänge bei PCR und Gelelektrophorese.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>deuten Aminosäure- und DNA-Sequenzen als molekularbiologische Homologien für phylogenetische Verwandtschaft.(EG)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Molekularbiologische Methoden (216/217)</li> <li>Rekonstruktion von Stammbäumen anhand von DNA- oder Aminosäure-Sequenzvergleichen (218-221)</li> <li>Wirbeltierstammbaum (224/225)</li> <li>Molekularbiologische Methoden (PCR 176/177, Gelelektrophorese 170/171)</li> </ul>
<b>Biologische und kulturelle Evolution führten zum Auftreten des rezenten Menschen.</b>		
<p>Die Indizien für eine Evolution des Menschen (z. B. DNA-Sequenzvergleich, Vergleich anatomischer Merkmale, Werkzeuggebrauch) werden im Sinne der synthetischen Evolutionstheorie unter Einbeziehung der genetischen und ökologischen Ebene ausgewertet. Es wird dabei gezeigt, dass das evolutionsbiologische Erklärungsmodell auch für Menschen gilt. Dabei soll deutlich werden, dass es widersprechende Ansätze zur stammesgeschichtlichen Entwicklung des Menschen gibt. Zentrale Aspekte sind: Stellung des Menschen im System der Primaten (vergleichende Betrachtungen anatomischer und molekularbiologischer Befunde bei Mensch und Menschenaffen), Rekonstruktion und Erklärung der stammesgeschichtlichen Entwicklung des Menschen (Stammbäume, evolutive Trends, z. B. Evolution des menschlichen Gehirns), Einblick in die kulturelle Evolution des Menschen (Elterninvestment, evolutive Trends) sowie der Vergleich von biologischer und kultureller Evolution des Menschen.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>vergleichen Hypothesen zum evolutiven Ursprung und zur Ausbreitung des rezenten Menschen.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>rekonstruieren einen Stammbaum der menschlichen Evolution auf Basis ausgewählter morphologischer Merkmale.(EG)</b></li> <li><b>prüfen Fossilfunde hinsichtlich ihrer Aussagekraft bei der Rekonstruktion von phylogenetischer Verwandtschaft des Menschen.(KK)</b></li> <li><b>beurteilen den Einfluss der kulturellen Evolution anhand von Sprach- und Werkzeuggebrauch auf die menschliche Evolution.(BW)</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Evolutionäre Geschichte des Menschen (284/285)</b></li> <li><b>Stammbaum der Menschenaffen (286-289)</b></li> <li><b>Stammbaum des Menschen (290/291)</b></li> <li><b>Evolutive Trends der Menschwerdung (292/293)</b></li> <li><b>Homo erobert die Welt (294/295)</b></li> <li><b>Die Entstehung von Homo sapiens (296/297)</b></li> <li><b>Biologische und kulturelle Evolution (298/299)</b></li> </ul>

Curricula Q12 und Q13 ab Abitur 2025  
(grundlegendes und erhöhtes Niveau)

4. Semester: Informationsverarbeitung in Lebewesen

Fachwissen Die Schüler...	Erkenntnisgewinnung (EG), Kommunikation (KK), Bewertung (BW) Die Schüler...	Themen (Seiten im Bioskop 12/13)
<p><b>Reize lösen in Sinneszellen Erregung aus. Nervenzellen übertragen elektrisch und chemisch codierte Information.</b> In dieser Unterrichtseinheit bildet eine vertiefende Erarbeitung von Reizaufnahme, Erregungsbildung und Erregungsweiterleitung die Grundlage für Einblicke in die Arbeitsweise von Nervensystem und Gehirn. Weiterhin geht es um den Aufbau, die Funktion und Verschaltung von Neuronen sowie um die molekularen Grundlagen der Informationsverarbeitung. Folgende Aspekte werden aufeinander aufbauend im Unterricht erarbeitet: Bau und Funktion von Neuronen, Reiz, Erregung, Erregungsleitung, Ionenvorgänge an den Membranen, Modellversuche zur Membranspannung und Erregungsleitung, Prinzip der Erregungsübertragung an Synapsen, neuronale Verrechnung, Beeinflussung von Nervenzellen durch neuroaktive Stoffe. Unter Rückbezug auf die Arbeitsweise eines Muskels werden die Auswirkungen elektrophysiologischer Potenziale auf die Muskelzelle und den gesamten Skelettmuskel thematisiert.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Entstehung und Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials auch unter Berücksichtigung des Prinzips des Fließgleichgewichts sowie den Ablauf des Aktionspotenzials und die Erregungsweiterleitung.</li> <li>• erläutern die Codierung von Information bei der Übertragung von Erregung zwischen Nervenzellen sowie Nerven- und Muskelzellen an cholinergen Synapsen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• leiten aus Potenzialmessungen Ionenströme an Axonen ab. (EG)</li> <li>• simulieren kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung am Axon und diskutieren Möglichkeiten und Grenzen des Modells. (EG)</li> <li>• skizzieren die Struktur eines Neurons schematisch. (KK)</li> <li>• recherchieren zu neuronalen Störungen durch Stoffeinwirkungen an Synapsen und wählen passende Quellen aus. (KK)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nervenzelle und Nervensysteme (422/423)</li> <li>• Ruhepotenzial (424/425)</li> <li>• Aktionspotenzial, Alles-oder-Nichts-Prinzip (426/427)</li> <li>• kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung (428/4297)</li> <li>• Informationsübertragung an Synapsen (430/431)</li> <li>• Steuerung der Muskelkontraktion (432/433)</li> <li>• Vom Reiz zur Reaktion (442/443)</li> <li>• Neuroaktive Stoffe (436/437)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>beschreiben die molekularen Vorgänge an einer hemmenden Synapse.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>interpretieren Daten zur neuronalen Verrechnung, indem sie aus ihnen räumliche und zeitliche Summation ableiten. (EG)</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Neuronale Verrechnung (434/435)</b></li> </ul>
<p><b>Sinnesorgane – Fenster zur Außenwelt.</b> Auf allen Ebenen der Sinneswahrnehmung finden Verrechnungen, Verarbeitungen und Bewertungen statt. Nach Erarbeitung der grundlegenden Signaltransduktion vom Reiz zum Aktionspotenzial am Beispiel der Riechsinneszelle werden am Sinnesorgan „Auge“ exemplarisch spezielle Leistungen und Wahrnehmungsphänomene thematisiert, z. B. Farbsehen, räumliches Sehen, räumliches und zeitliches Auflösungsvermögen, optische Täuschungen sowie laterale Inhibition. Der Vergleich der Außenwelterfassung verschiedener Lebewesen und verschiedener Menschen führt zur Unterscheidung von objektiver, subjektiver und intersubjektiver Umwelt und zur Erkenntnis der evolutiv entstandenen überlebensadäquaten Wahrnehmung. Als Abschluss werden die zellulären Prozesse des Lernens genauer betrachtet.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>erläutern die Bildung von Rezeptorpotenzialen an primären sowie sekundären Sinneszellen als Folge von Signaltransduktion.</b></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Vom Reiz zum Aktionspotenzial am Beispiel des Geruchsinns (438/439)</b></li> <li>• <b>Signaltransduktion an primären Sinneszellen (440/441)</b></li> <li>• <b>Lichtsinnesorgan Auge (Aufbau, Signaltransduktion, Sehleistung) (444-449)</b></li> </ul>
<p><b>Erfahrungen bewirken strukturelle Veränderungen des Gehirns.</b></p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>erläutern neuronale Plastizität als Umbau zellulärer Strukturen des Gehirns beim Lernen.</b></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Aufbau des Gehirns (464/465)</b></li> <li>• <b>Wahrnehmung (466/467)</b></li> <li>• <b>Einfache Lernformen (468/469)</b></li> <li>• <b>Komplexe Lernformen (470/471)</b></li> <li>• <b>Neuronale Plastizität (472/473)</b></li> </ul>
<p><b>Das Zusammenspiel von neuronaler und hormoneller Informationsübertragung ermöglicht Kommunikation zwischen Zellen.</b> In der Unterrichtseinheit sollen das Zusammenspiel von stoffwechselfysiologischen und neurophysiologischen Vorgängen sowie die biologische Bedeutung des Phänomens „Kampf-oder-Flucht-Reaktion“ erarbeitet und Konsequenzen für das eigene Verhalten abgeleitet werden (Stressbewältigung und -vermeidung).</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>erläutern die chemische Informationsübertragung durch Peptid- und Steroidhormone, die aus Drüsenzellen in das Blut sezerniert werden und Reaktionen in anderen Zellen bewirken.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>leiten aus komplexen Darstellungsformen die Verknüpfung neuronaler und hormoneller Informationsübertragung ab. (KK).</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Hormonsystem und vegetatives Nervensystem (454/455)</b></li> <li>• <b>Hormonwirkungen (456/457)</b></li> <li>• <b>Kampf- und Fluchtreaktionen (458/459)</b></li> <li>• <b>Stressreaktionen (460/461)</b></li> </ul>