

## Vorschlag für das hauseigene Curriculum Biologie (mit Seitenangaben im Bioskop SII)

1. Semester: Stoffwechsel und seine Regulation
2. Semester: Aspekte zum Haushalt der Natur
3. Semester: Evolution
4. Semester: Informationsverarbeitung in Nervensystemen

Grundlage der schriftlichen Abiturprüfung in Niedersachsen sind die geltenden Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Biologie (EPA 2004) sowie das Kerncurriculum Biologie (KC 2017). Für die schriftliche Abiturprüfung 2024 sind die Kompetenzen FW 2.3, FW 3.5, FW 4.6 und FW 4.7 anhand des Ökosystems Fließgewässer zu erarbeiten und am Ökosystem Meer zu vertiefen.

Für die Abiturprüfung 2024 sind folgende Experimente als Schülerexperimente verbindlich im Unterricht durchzuführen:

Experiment 1: Mikroskopieren des Querschnitts durch ein bifaziales Laubblatt

Experiment 2: Isolation und dünnschichtchromatografische Trennung von Blattfarbstoffen

Experimente 4.1, 4.2 und 4.3: Gewässeranalysen

Experiment 6: Modellierung der Hill-Reaktion

Experiment 7a, 7b und 7c: Enzymaktivität

Experiment 9: pH-Wert-Untersuchungen bei Dickblattgewächsen

### 1. Semester - Stoffwechsel und seine Regulation

Fachwissen	Erkenntnisgewinnung (EG), Kommunikation (KK), Bewertung (BW)	Themen (Seiten im Bioskop 12/13)
Die Schüler ...	Die Schüler...	
<p><b>„Anpassung an körperliche Anstrengung und Enzyme als Biokatalysatoren“</b>            Im Mittelpunkt dieses Semesters stehen die grundlegenden Vorgänge bei der Dissimilation (Zellatmung). Im Rückgriff auf die Einführungsphase und Sekundarstufe I im Rahmen dieser Unterrichtseinheit werden wesentliche Enzymeigenschaften experimentell erarbeitet, z. B. die Abhängigkeit von der Substratkonzentration, Wirkungs- und Substratspezifität sowie Temperatur- und pH-Abhängigkeit. Die experimentellen Ergebnisse finden dabei ihre Erklärung im Aufbau der Enzyme (Primär-, Sekundär- und Tertiärstruktur, aktives Zentrum). Um den Blick für den Gesamtorganismus zu erhalten, wird dann der Weg vom Organ über die mikroskopische bis zur biochemischen Ebene besprochen. Ausgehend von Befunden zur Atmung bei körperlicher Anstrengung des untrainierten und trainierten Menschen werden als erstes die Notwendigkeit zur Energiebereitstellung sowie der Sauerstofftransport im Blut thematisiert. (verändert aus: KC 2017)</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Struktur- und Funktionsbeziehungen auf der Ebene von Molekülen modellhaft am Beispiel der Enzyme (<b>FW1.1</b>).</li> <li>• beschreiben kompetitive und allosterische Wirkungen bei Enzymen zur Regulation von Stoffwechselwegen (<b>FW3.1</b>).</li> <li>• erläutern Enzyme als Biokatalysatoren von Abbau- und Aufbauprozessen (Aktivierungsenergie, Substrat- und Wirkungsspezifität) (<b>FW4.3</b>).</li> <li>• erläutern die Abhängigkeit der Enzymaktivität von unterschiedlichen Faktoren (Temperatur, pH-Wert, Substratkonzentration) (<b>FW4.4</b>).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern biologische Sachverhalte mithilfe von Modellen (<b>EG3.1</b>).</li> <li>• wenden Modelle an, erweitern sie und beurteilen die Aussagekraft und Gültigkeit (<b>EG3.2</b>).</li> <li>• beschreiben und erklären biologische Sachverhalte strukturiert und unter korrekter Verwendung der Fachsprache (<b>KK1</b>).</li> <li>• diskutieren Fehlerquellen bei Experimenten (fehlender Kontrollansatz) (<b>EG2.2</b>).</li> <li>• entwickeln Fragestellungen und Hypothesen, planen Experimente, führen diese durch und werten sie hypothesenbezogen aus (<b>EG2.1</b>).</li> <li>• wenden den naturwissenschaftlichen Gang der Erkenntnisgewinnung auf neue Probleme an (<b>EG4.1</b>).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enzyme sind Proteine (24-25)</li> <li>• Enzyme als Biokatalysatoren (26/27)</li> <li>• Enzymaktivität (28-37)</li> <li>• Enzyme - Hemmmechanismen (38/39) (Hier die Experimente 7a, 7b und 7c mit dem Enzym Urease durchführen)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Homöostase als Ergebnis von Regelungsvorgängen, die für Stabilität in physiologischen Systemen sorgen (Regulation der Zellatmung, Thermoregulierer und Thermokonformer)* (<b>FW3.2</b>).</li> <li>• beschreiben, dass Kompartimentierung auf verschiedenen Systemebenen existiert (Organell, Zelle, Organ, Organismus, Ökosystem) (<b>FW2.3</b>).</li> <li>• erläutern Angepasstheit auf der Ebene von Molekülen (Hämoglobin)* (<b>FW7.1</b>).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern biologische Sachverhalte mithilfe von Modellen (<b>EG3.1</b>).</li> <li>• wenden Modelle an, erweitern sie und beurteilen die Aussagekraft und Gültigkeit (<b>EG3.2</b>).</li> <li>• beschreiben und erklären biologische Sachverhalte kriteriengeleitet durch Beobachtung und Vergleich. (<b>EG1.1</b>).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiederholung aus Jahrgang 7/8: Grundvorgänge der Fotosynthese und Atmung als gegenläufige Prozesse (58/59)</li> <li>• Anpassung an körperliche Anstrengungen (44/45)</li> <li>• Homoithemie/Poikilothermie (192/193) (mögliche Behandlung auch in 12.2)</li> <li>• Regelung der äußeren Atmung (Homöostase) (48/49)</li> <li>• Sauerstofftransport durch Hämoglobin (50-55)</li> </ul>
<p><b>„Energistoffwechsel und Sport“</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</p>		

Curricula Q12 und Q13 für das Abitur 2024 - Erhöhtes Anforderungsniveau

<p>Beispiel der Vorgänge in Muskeln bei Belastung aufzeigen. Regelungsvorgänge im energieliefernden Stoffwechsel können in diesem Zusammenhang beispielhaft auf der Ebene von Enzymen und der hormonellen Beeinflussung des Kohlenhydratstoffwechsels erarbeitet werden. Die Wirkung einer speziellen Ernährung und die Auswirkung von Doping werden abschließend diskutiert. (verändert aus: KC 2017)</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern Struktur- und Funktionsbeziehungen auf der Ebene von Organellen (Mitochondrien) (FW1.2).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>vergleichen den Bau von Organellen anhand schematischer Darstellungen ( Mitochondrien) (EG1.3).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mitochondrium - Aufbau, Oberflächenvergrößerung (62)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Bereitstellung von Energie unter Bezug auf die vier Teilschritte der Zellatmung (C-Körper-Schema, energetisches Modell der ATP-Bildung*, chemiosmotisches Modell der ATP- Bildung, Stoff- und Energie-Bilanzen) (FW4.5).</li> <li>erläutern die Funktion der Kompartimentierung (chemiosmotische ATP-Bildung) (FW2.2)</li> <li>erklären verschiedene Arten von Stofftransport zwischen Kompartimenten (aktiver und passiver Transport) (FW2.1).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben, analysieren und deuten Abbildungen, Tabellen, Diagramme sowie grafische Darstellungen unter Beachtung der untersuchten Größen und Einheiten (EG4.4).</li> <li>beschreiben und erklären biologische Sachverhalte strukturiert und unter korrekter Verwendung der Fachsprache (KK1).</li> <li>unterscheiden bei der Erläuterung physiologischer Sachverhalte zwischen Stoff- und Teilchenebene (KK4).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bereitstellung von Energie aus Glucose (58)</li> <li>Zusatz: Exkurs Kohlenhydrate (60/61)</li> <li>Grundprinzipien des Energiestoffwechsels (62-67)</li> <li>Stoff- und Energiebilanz der Teilschritte: Glykolyse (68/69)</li> <li>oxidative Decarboxylierung und Tricarbonsäurezyklus (C-Körperschema) (70-71)</li> <li>Atmungskette mit Elektronentransport (72-75)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben kompetitive und allosterische Wirkungen bei Enzymen zur Regulation von Stoffwechselwegen (Phosphofruktokinase) (FW3.1).</li> <li>erläutern Grundprinzipien von Stoffwechselwegen (Redoxreaktionen, Energieumwandlung, Energieentwertung, ATP/ADP-System, Reduktionsäquivalente) (FW4.1).</li> <li>erläutern das Prinzip der Signaltransduktion als Übertragung von extrazellulären Signalen in intrazelluläre Signale (Hormone*) (FW5.1).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben, analysieren und deuten Abbildungen, Tabellen, Diagramme sowie grafische Darstellungen unter Beachtung der untersuchten Größen und Einheiten (EG4.4).</li> <li>wenden Modelle an, erweitern sie und beurteilen die Aussagekraft und Gültigkeit (EG3.1).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gärungen (76/77) (Hier experimenteller Nachweis der Entstehung von NADH +H<sup>+</sup> bei der Glycolyse)</li> <li>Enzyme - Hemmmechanismen (PFK mit ATP als allosterischer Effektor ) (78-79)</li> <li>Übersicht (80/81)</li> <li>Hormonelle Regulation des Kohlenhydratstoffwechsels (82/83)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern Struktur-Funktionsbeziehungen auf der Ebene von Molekülen modellhaft (Aktin- und Myosinfilamente bei der Kontraktion von Skelettmuskelfasern*) (FW1.1).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wenden Modelle an, erweitern sie und beurteilen die Aussagekraft und Gültigkeit (EG3.2).</li> <li>beschreiben, analysieren und deuten Abbildungen, Tabellen, Diagramme sowie grafische Darstellungen unter Beachtung der untersuchten Größen und Einheiten (EG4.4).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aufbau quergestreifter Muskulatur, Kontraktion (84-87)</li> <li>Zusatz: Leistungssteigerung, Doping (z.B. EPO) (88-91) (Hier mögliche Überschneidungen mit dem Sportprofil beachten.)</li> </ul>
<p><b>„Enzyme nach Maß und Bedarf – Regulation der Genaktivität“</b>                  Hier werden aufbauend auf der Einführungsphase die Regulation der Genaktivität der Proteinbiosynthese bei Eukaryoten sowie Modelle zur Genaktivität und zur funktionellen Struktur der Chromosomen behandelt. Anschließend werden Regulationen des Stoffwechsels, die durch Umwelteinflüsse verursacht werden (Epigenetik), behandelt. Dabei wird das regulatorische Zusammenspiel auf der Ebene der Gene, der Proteine und der Stoffwechselprodukte erarbeitet. In diesem Zusammenhang wird auch auf die DNA-Chip-Technologie zur Analyse der Genaktivität eingegangen. Die Kontrolle des Zellzyklus und das Wachstum von Tumoren als Verlust dieser Kontrolle werden abschließend thematisiert. (verändert aus: KC 2017)</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten (Genom, Proteom, An- und Abschalten von Genen, Transkriptionsfaktoren, alternatives Spleißen, RNA Interferenz, Methylierung und Demethylierung)*. (FW3.6).</li> <li>erläutern die Vielfalt der Zellen eines Organismus (differenzielle Genaktivität)*. (FW6.1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern biologische Arbeitstechniken (DNA-Chip-Technologie*), werten Befunde aus und deuten sie (EG4.2).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nötiges Vorwissen: Regulation bei Prokaryoten (98/99)</li> <li>Regulation der Proteinbiosynthese bei Eukaryoten (100-103)</li> <li>Epigenetik (104-109)</li> <li>Differenzielle Genaktivität (110/111) zu EG4.2</li> <li>Kontrolle und Fehlregulation der Zellteilung (112-115)</li> <li>„Omic“-Disziplinen (118/119)</li> <li>DNA-Chip-Technologie (116/117)</li> <li>DNA-Sequenzierung unter Anwendung von PCR und Gel-Elektrophorese (126/127; 131) (Wiederholung und Erweiterung zur Einführungsphase)</li> <li>Zusatz: CRISPR/Cas (122/123)</li> </ul>

## 2. Semester - Aspekte zum Haushalt der Natur

Fachwissen Die Schüler...	Erkenntnisgewinnung (EG), Kommunikation (KK), Bewertung (BW) Die Schüler...	Themen (Seiten im Bioskop 12/13)
<p><b>„Grüne Pflanzen als Produzenten“</b> Vergleichbar zur Zellatmung stehen bei der Thematisierung der Fotosynthese erneut 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 beschritten. Dabei wird die Abhängigkeit der Fotosynthese von verschiedenen abiotischen Faktoren erarbeitet und die Angepasstheit von Pflanzen an trockene Lebensräume untersucht. (leicht verändert aus: KC 2017)</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern Struktur-Funktionsbeziehungen auf der Ebene von Organen (Sonnen und Schattenblatt, Transpiration beim Blatt) (FW1.3).</li> <li>erläutern Struktur- und Funktionsbeziehungen auf der Ebene von Organellen (Chloroplasten) (FW1.2).</li> <li>erläutern Angepasstheit auf der Ebene von Organen (xeromorphes Blatt) (FW7.2).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>mikroskopieren und skizzieren biologische Präparate (bifaziales Laubblatt) (EG1.2).</li> <li>beschreiben und erklären biologische Sachverhalte kriteriengeleitet durch Beobachtung und Vergleich (EG1.1).</li> <li>vergleichen den Bau von Organellen anhand schematischer Darstellungen (Chloroplasten) (EG1.3).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bedeutung der Fotosynthese (136/137)</li> <li>Bau des Blattes, der Chloroplast (138/139)</li> <li>Sonnen- und Schattenblatt (152/153), (Verknüpfung mit abiotischer Faktor Licht sinnvoll, 200/201)</li> <li>Wasserhaushalt der Pflanzen (154-157) (Verknüpfung mit dem abiotischen Faktor Wasser sinnvoll, 194/195)</li> <li>Xeromorphie als Angepasstheit (196/197)</li> <li>Hier mikroskopieren des Querschnitts durch ein bifaziales Laubblatt (Experiment 1) (139)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie in der Fotosynthese (Abhängigkeit von Außenfaktoren, Funktion der Fotosynthesepigmente, Absorptions- und Wirkungsspektrum, Primärreaktionen, <i>energetisches Modell der ATP-Bildung*</i>, chemiosmotisches Modell der ATP-Bildung, Sekundärreaktionen: Fixierungs- und Reduktionsphase im C-Körper-Schema, Regenerationsphase nur summarisch) (FW4.2).</li> <li>erläutern Angepasstheit auf der Ebene von Organismen (CAM-Pflanzen: ökologische und stoffwechselbiologische Aspekte)* (FW7.3).</li> <li>erläutern Grundprinzipien von Stoffwechselwegen (Redoxreaktionen, Energieumwandlung, Energieentwertung, ATP/ADP-System, Reduktionsäquivalente) (FW4.1).</li> <li>erläutern die Funktion der Kompartimentierung (chemiosmotisches Modell der ATP-Bildung) (FW2.2).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>führen eine Dünnschichtchromatografie durch und werten das Chromatogramm aus (Blattpigmente) (EG1.4).</li> <li>diskutieren Fehlerquellen bei Experimenten (fehlender Kontrollansatz) (EG2.2).</li> <li>entwickeln Fragestellungen und Hypothesen, planen Experimente, führen diese durch und werten sie hypothesenbezogen aus (EG2.1).</li> <li>wenden den naturwissenschaftlichen Gang der Erkenntnisgewinnung auf neue Probleme an (EG4.1).</li> <li>erläutern biologische Arbeitstechniken (Autoradiografie), werten Befunde aus und deuten sie (EG4.2).</li> <li>analysieren naturwissenschaftliche Texte (EG4.3).</li> <li>beschreiben, analysieren und deuten Abbildungen, Tabellen, Diagramme sowie grafische Darstellungen unter Beachtung der untersuchten Größen und Einheiten (EG4.4).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Versuche zur Abhängigkeit der Fotosynthese von verschiedenen abiotischen Faktoren (150/151)</li> <li>Chromatografie und Autoradiographie (140/141) (Hier Isolation und dünnschichtchromatografische Trennung von Blattfarbstoffen (Hier Experiment 2 durchführen)</li> <li>Lichtabsorption (142-143)</li> <li>Biochemie der Fotosynthese (Primär- und Sekundärreaktion) (144-145) (Hier wäre das Experiment 6 – Modellierung der Hill-Reaktion - sinnvoll)</li> <li>Energetisches Modell der ATP-Bildung (146/147)</li> <li>Calvin Zyklus – C-Körper-Schema (148/149)</li> <li>CAM-Pflanzen (160/161) (Hier wäre Experiment 9 – die pH-Wert-Untersuchungen bei Dickblattgewächsen - sinnvoll)</li> <li>Zusatz: C4-Pflanzen (158/159)</li> </ul>
<p><b>„Umweltfaktoren und Ökologische Potenz“</b> 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. (leicht verändert aus: KC 2017)</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>vergleichen unter Bezug auf biotische und abiotische Faktoren physiologische und ökologische Potenzen (Toleranzkurven) (FW3.5).</li> <li>erläutern Homöostase als Ergebnis von Regelungsvorgängen, die für Stabilität in physiologischen Systemen sorgen (Regulation der Zellatmung, Thermoregulierer und Thermokonformer)* (FW3.2).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben und erklären biologische Sachverhalte kriteriengeleitet durch Beobachtung und Vergleich. (EG1.1).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abiotische und biotische Faktoren (186/187)</li> <li>Ökologische Potenz (188/189)</li> <li>Abiotischer Faktor Temperatur (190/191) (wenn nicht in 12.1: Homoithermie /Poikilothermie (192/193))</li> <li>Abiotischer Faktor Wasser (194/195),</li> <li>Stress bei Pflanzen (198/199) (sinnvolle Verknüpfung mit dem Wasserhaushalt der Pflanzen, 154-157)</li> <li>Abiotischer Faktor Licht (200/201) (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>		

Curricula Q12 und Q13 für das Abitur 2024 - Erhöhtes Anforderungsniveau

<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern Angepasstheit als Ergebnis von Evolution (ökologische Nische) (FW7.5).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben und erklären biologische Sachverhalte strukturiert und unter korrekter Verwendung der Fachsprache (KK1).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Biotische Faktoren: Nahrungsbeziehungen, Parasiten, Symbionten (202/203)</li> <li>Ökologische Nische, Koexistenz, Konkurrenzausschlussprinzip (204-207)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Regulation der Populationsdichte (dichteabhängige und dichteunabhängige Faktoren) (FW3.4).</li> <li>erläutern Wechselbeziehungen zwischen Organismen (inter- und intraspezifische Konkurrenz, Räuber-Beute, Parasitismus, Symbiose) (FW3.3).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben und erklären biologische Sachverhalte strukturiert und unter korrekter Verwendung der Fachsprache (KK1).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zusatz: logistisches und exponentielles Wachstum (208/209)</li> <li>Regulation des Populationswachstums (210/211)</li> <li>Räuber Beute-Beziehung (212/213)</li> <li>Zusatz: Lotka-Volterra-Modell (214/215)</li> <li>Symbiose, Parasitismus (216/217)</li> <li>Zusatz: r- und k Strategien (218/219)</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. (verändert aus: KC 2017)</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>stellen energetische und stoffliche Beziehungen zwischen Organismen in einem Ökosystem dar (Nahrungskette und -netz unter Einbezug der Trophieebenen) (FW4.6).</li> <li>erläutern Stoffkreisläufe auf der Ebene von Ökosystemen und der Biosphäre (Kohlenstoffkreislauf, Stickstoffkreislauf*) (FW4.7).</li> <li>erläutern Homöostase als Ergebnis von Regelungsvorgängen, die für Stabilität in physiologischen Systemen sorgen* (FW3.2).</li> <li>vergleichen unter Bezug auf biotische und abiotische Faktoren physiologische und ökologische Potenzen (Toleranzkurven) (FW3.5).</li> <li>beschreiben, dass Kompartimentierung auf verschiedenen Systemebenen existiert (Organell, Zelle, Organ, Organismus, Ökosystem) (FW2.3).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>strukturieren biologische Zusammenhänge (Fließdiagramm, Mindmap, Concept map*) (KK3).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kohlenstoffkreislauf, Nahrungsnetze, Fließgleichgewicht (224/225)</li> <li>Zusatz: Produktivität eines Ökosystems (226-229)</li> <li>Energiefluss (230/231)</li> <li>Übersicht über Stoffkreisläufe und den Energiefluss (232/233)</li> <li>Stickstoffkreislauf (234/235)</li> <li>Beispiel: Ökosystem Fließgewässer</li> <li>Fließgewässer: Biotop und Biozönosen (260/261)</li> <li>Selbstreinigung eines Fließgewässers – Stickstoffkreislauf (262/263)</li> <li>Beispiel: Ökosystem Meer*</li> <li>Biotop und Biozönosen (266-267)</li> <li>Strömungssystem und Kohlenstoffgehalt (268/269)</li> <li>Schwarze Raucher in der Tiefsee (270/271)</li> <li>Das Wattenmeer (272/273)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>führen Freilanduntersuchungen durch und werten diese aus (ausgewählte abiotische und biotische Faktoren) (EG1.5).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Freilandexkursion Fließgewässer (264/265) (Hier sind die experimentellen Gewässeranalysen zum pH-Wert und dem Nitrat- und Phosphatgehalt sinnvoll - Experimente 4.1, 4.2 und 4.3) (möglich wäre auch eine Meeres- oder Wattenmeereckursion)</li> </ul>
<p><b>„Eingriffe des Menschen in Ökosysteme“</b>          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. (leicht verändert aus: KC 2017)</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben, dass Biodiversität auf verschiedenen Systemebenen existiert (Artenvielfalt, Ökosystemvielfalt). (FW7.7).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>bewerten mögliche kurz- und langfristige regionale und/oder globale Folgen eigenen und gesellschaftlichen Handelns auf der Grundlage einer Analyse der Sach- sowie der Wertebene der Problemsituation und entwickeln Handlungsoptionen. (BW1).</li> <li>bewerten Maßnahmen zum Schutz der Biodiversität aus verschiedenen Perspektiven (Nachhaltigkeit) (BW3).</li> <li>erörtern komplexe biologische Fragestellungen, deren Lösungen strittig sind (Handlungsoptionen zur Verbesserung der CO<sub>2</sub>-Bilanz) (KK6).</li> <li>analysieren komplexe Problem- und Entscheidungssituationen im Hinblick auf soziale, räumliche und zeitliche Fallen*. (BW2).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interessenkonflikte zwischen Menschen und dem Naturschutz (soziale, zeitliche und räumliche Fallen) (278/279)</li> <li>Der Treibhauseffekt und Kohlenstoffkreislauf (284-289) (Hier mögliche Überschneidungen mit Erdkunde beachten.)</li> <li>Bedeutung der Biodiversität (294/295)</li> <li>Ökologisches Bewerten am Beispiel der Streuobstwiese (280-283)</li> </ul>

## 3. Semester – Evolution

Fachwissen Die Schüler...	Erkenntnisgewinnung (EG), Kommunikation (KK), Bewertung (BW) Die Schüler...	Themen (Seiten im Bioskop 12/13)
<p><b>„Evolutionstheorien und Belege für die Synthetische Evolutionstheorie“</b> 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. (verändert aus: KC 2017)</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern den Prozess der Evolution (Mutation, Rekombination, Selektion, Gendrift*) (FW7.4).</li> <li>beschreiben Biodiversität auf verschiedenen Systemebenen (genetische Variabilität, Artenvielfalt) (FW7.7).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben und erklären biologische Sachverhalte unter Verwendung geeigneter Fachbegriffe (KK1).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Variabilität und ihre Ursachen (388/389)</li> <li>Rekombination (390/391)</li> <li>Selektionstypen (392/393)</li> <li>Zusatz: Präadaptation (Fluktuationstest) (394/395)</li> <li>Isolationsmechanismen (396/397)</li> <li>Gründer- und Flaschenhalseffekt (398/399)</li> <li>Sexuelle Selektion (418/419)</li> <li>Sozialverhalten von Primaten (416/417)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern den Prozess der Evolution (Isolation, allopatrische und sympatrische Artbildung, adaptive Radiation*) (FW7.4).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben und erklären biologische Sachverhalte unter Verwendung geeigneter Fachbegriffe (KK1).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Allopatrische Artbildung (400/401)</li> <li>Sympatrische Artbildung (402/403)</li> <li>Adaptive Radiation (404/405)</li> <li>Zusatz: Koevolution (406-409)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>erklären biologische Phänomene mithilfe von Kosten-Nutzen-Analysen (reproduktive Fitness)* (EG3.3).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kosten Nutzen Analysen (412-415)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>unterscheiden zwischen proximat und ultimat Erklärungen und vermeiden unangemessene finale Begründungen (KK5).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proximate und ultimate Erklärungsformen (410/411)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern verschiedene Evolutionstheorien (Lamarck, Darwin, Synthetische Evolutionstheorie) (FW7.6).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben und erklären biologische Sachverhalte strukturiert und unter korrekter Verwendung der Fachsprache (KK1).</li> <li>analysieren naturwissenschaftliche Texte (EG4.3).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evolution der Evolutionstheorie - Lamarck und Darwin (380/381)</li> <li>Synthetische Evolutionstheorie (386/387)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>deuten Befunde als Analogien oder Homologien (Konvergenz, Divergenz) (FW8.3).</li> <li>erläutern und entwickeln Stammbäume anhand anatomisch-morphologischer Befunde (ursprüngliche und abgeleitete Merkmale) (FW8.1).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben und erklären biologische Sachverhalte kriteriengeleitet durch Beobachtung und Vergleich. (EG1.1).</li> <li>strukturieren biologische Zusammenhänge (Fließdiagramm, Mindmap, Concept map*) (KK3).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ordnung in der Vielfalt (358/359)</li> <li>Divergenz, Konvergenz (362/363)</li> <li>morphologische und anatomische Verwandtschaftsbelege, Interpretation einfacher morphologischer Stammbäume (364-367)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>werten molekularbiologische Homologien zur Untersuchung phylogenetischer Verwandtschaft bei Wirbeltieren aus und entwickeln auf dieser Basis einfache Stammbäume (DNA-Sequenz, Aminosäuresequenz) (FW8.2).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern biologische Arbeitstechniken (DNA-Sequenzierung unter Anwendung von PCR und Gel-Elektrophorese), werten Befunde aus und deuten sie (EG4.2).</li> <li>beschreiben und erklären biologische Sachverhalte strukturiert und unter korrekter Verwendung der Fachsprache (KK1).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Molekularbiologische Methoden (368/369)</li> <li>Rekonstruktion von Stammbäumen anhand von DNA- oder Aminosäure-Sequenzvergleichen (370-373)</li> <li>Wirbeltierstammbaum (378/379)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Existenz von Zellorganellen mit einer Doppelmembran mithilfe der Endosymbiontentheorie (Chloroplasten, Mitochondrien)* (FW8.5).</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Endosymbiontentheorie (374/375)</li> </ul>
<p><b>„Biologische und kulturelle Evolution des Menschen“</b> 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. (leicht verändert aus: KC 2017)</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>erörtern wissenschaftliche Befunde und Hypothesen zur Humanevolution (evolutive Trends, Zusammenspiel biologischer und kultureller Evolution)* (FW8.4).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben und erklären biologische Sachverhalte strukturiert und unter korrekter Verwendung der Fachsprache (KK1).</li> <li>erörtern komplexe biologische Fragestellungen, deren Lösungen strittig sind (Artbildung*) (KK6).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evolutionäre Geschichte des Menschen (424-425)</li> <li>Stammbaum der Menschenaffen (426-429)</li> <li>Stammbaum des Menschen (430/431)</li> <li>Evolutive Trends der Menschwerdung 432/433)</li> <li>Homo erobert die Welt (434/435)</li> <li>Die Entwicklung von Homo sapiens (436/437)</li> <li>Biologische und kulturelle Evolution (438/439)</li> </ul>

## 4. Semester - Informationsverarbeitung in Nervensystemen

Fachwissen Die Schüler...	Erkenntnisgewinnung (EG), Kommunikation (KK), Bewertung (BW) Die Schüler...	Themen (Seiten im Bioskop 12/13)
<p><b>„Neuronale Informationsverarbeitung“</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. (leicht verändert aus: KC 2017)</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Funktion der Kompartimentierung (Ruhepotenzial) (FW2.2).</li> <li>erläutern die Informationsübertragung zwischen Zellen (Nervenzellen: Entstehung und Weiterleitung elektrischer Potenziale) (FW5.3).</li> <li>erläutern biologische Phänomene mithilfe verschiedener Arten von Stofftransport zwischen Kompartimenten (passiver und aktiver Transport) (FW2.1).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben und erklären biologische Sachverhalte strukturiert und unter korrekter Verwendung der Fachsprache (KK1).</li> <li>erläutern biologische Sachverhalte mithilfe von Modellen (EG3.1).</li> <li>wenden Modelle an, erweitern sie und beurteilen die Aussagekraft und Gültigkeit (EG3.2).</li> <li>beschreiben und erklären biologische Sachverhalte strukturiert und unter korrekter Verwendung der Fachsprache (KK1).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nervenzelle und Nervensysteme (300/301)</li> <li>Ruhepotenzial (302/303)</li> <li>Aktionspotenzial, Alles-oder-Nichts-Prinzip (304/305)</li> <li>saltatorische und kontinuierliche Erregungsleitung (306/307)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Informationsübertragung zwischen Zellen (erregende cholinerge Synapse, Beeinflussung der Synapse durch einen neuroaktiven Stoff) (FW5.3).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>veranschaulichen biologische Sachverhalte auf angemessene Art und Weise (Text, Diagramm, Skizze) (KK2).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Informationsübertragung an Synapsen (308/309)</li> <li>Steuerung der Muskelkontraktion (310/311)</li> <li>Neuroaktive Stoffe (314/315)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Informationsübertragung zwischen Zellen (<i>hemmende Synapse*</i>, <i>räumliche und zeitliche Summation*</i>) (FW5.3).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben, analysieren und deuten Abbildungen, Tabellen, Diagramme sowie grafische Darstellungen unter Beachtung der untersuchten Größen und Einheiten (EG4.4).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Neuronale Verrechnung (312/313)</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. (verändert aus: KC 2017)</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern Struktur-Funktionsbeziehungen auf der Ebene von Molekülen modellhaft ( Rezeptormoleküle) (FW1.1).</li> <li>erläutern das Prinzip der Signaltransduktion als Übertragung von extrazellulären Signalen in intrazelluläre Signale (Geruchssinn) (FW5.1).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern biologische Sachverhalte mithilfe von Modellen (EG3.1).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vom Reiz zur Reaktion (322/323)</li> <li>Der Geruchssinn (318/319)</li> <li>Signaltransduktion an primären Sinneszellen (320/321)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern das Prinzip der Signaltransduktion als Übertragung von extrazellulären Signalen in intrazelluläre Signale (<i>Lichtsinn*</i>) (FW5.1).</li> <li>erläutern den Aufbau und die Funktion der Netzhaut unter dem Aspekt der Kontrastwahrnehmung (<i>laterale Inhibition*</i>) (FW5.2).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern biologische Sachverhalte mithilfe von Modellen (EG3.1).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lichtsinnorgan Auge (Aufbau, Signaltransduktion, Sehleistung) (324-329)</li> <li>Zusatz: Vergleich Fotosynthese und Sehvorgang (330/331)</li> </ul>
<p><b>„Stress“</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). (leicht verändert aus: KC 2017)</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern das Prinzip der Signaltransduktion als Übertragung von extrazellulären Signalen in intrazelluläre Signale (<i>Hormone*</i>) (FW5.1).</li> <li>erläutern das Zusammenspiel der hormonellen und neuronalen Informationsübertragung (<i>Hypothalamus, Kampf-oder-Flucht-Reaktion*</i>) (FW5.4).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben und erklären biologische Sachverhalte strukturiert und unter korrekter Verwendung der Fachsprache (KK1).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zusatz: Aufbau des Gehirns (336/337)</li> <li>Zusatz: Wahrnehmung (338/339)</li> <li>Hormonsystem und vegetatives Nervensystem (346/347)</li> <li>Hormonwirkungen (348/349)</li> <li>Kampf- und Fluchtreaktionen (350/351)</li> <li>Zusatz: Stressreaktionen (352/353)</li> </ul>

Die Bemerkung Zusatz in der dritten Spalte bedeutet: Nicht relevant für das Zentralabitur, kann aber eine sinnvolle Ergänzung der Themen sein.