



## Schuleigener Arbeitsplan (SAP)

## Biologie

## SII

## Qualifizierungsphase

Schulcurriculum Jahrgang 12/13

G9 Qualifikationsphase erhöhtes und grundlegendes Niveau (3- bzw. 5stündig) sowie als Unterrichtsfach der gymnasialen Oberstufe (3-stündig).

Kurs: \_\_\_\_\_

Fachlehrer/in: \_\_\_\_\_

Eine Beschreibung der Unterrichtsreihen befindet sich am Ende der jeweiligen Kurshalbjahre.

### Hinweise eA und gA:

Die eA-Kurse behandeln das vorgegebene Ökosystem ausführlich plus ein vergleichbares Ökosystem.

Die gA-Kurse (Prüfungsfach / Fach) behandeln nur das vorgegebene Ökosystem.

Die **fett geschriebenen Kompetenzen** gelten nur für die Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau.

Im die Inhalte des vierten Semesters sollten bereits im dritten Semester begonnen bereits, damit viel Zeit für die Abiturvorbereitung bleibt.

Hinweise Kurse auf grundlegendem Niveau:

- keine Unterrichtsreihe im Themenfeld „Molekulargenetik“, nur Ansätze im Bereich der Evolution (Techniken, molekularbiologische Homologien)
- keine Unterrichtssequenz zum Basiskonzept 6 „Reproduktion“
- keine Unterrichtssequenz im Themenfeld „Hormone“
- keine verpflichtende Behandlung der Kompetenz zur „Homöostase“ sowie der Kompetenz zur „Kosten-Nutzen-Analyse“
- keine Humanevolution
- keine Endosymbiontentheorie
- führen Freilanduntersuchungen durch und werten diese aus (ausgewählte abiotische und biotische Faktoren).  
→ Hier kann nach wie vor ein schulnahes Ökosystem gewählt werden (Scharmbecker Bach).



## 1 HJ: Sportbiologie

Themen / Unterrichtsreihen	Fachwissen / Fachbegriffe und Basiskonzepte	Prozessbezogene Kompetenzen: Bewertung, Erkenntnisgewinn und Kommunikation	UEs, Hinweise
<p><b>1 HJ: Sportbiologie</b> <b>1.1 Enzyme als Biokatalysatoren 13 Std.</b></p>	<p>FW 1.1 erläutern Struktur-Funktionsbeziehungen auf der Ebene von Molekülen modellhaft (Enzyme, Rezeptormoleküle, <b>Aktin- und Myosinfilamente bei der Kontraktion von Skelettmuskelfasern*</b>).</p> <p>FW 3.1 beschreiben kompetitive und allosterische Wirkungen bei Enzymen zur Regulation von Stoffwechselwegen (Phosphofruktokinase).</p> <p>FW 4.3 erläutern Enzyme als Biokatalysatoren von Abbau- und Aufbauprozessen (Aktivierungsenergie, Substrat- und Wirkungsspezifität).</p> <p>FW 4.4 erläutern die Abhängigkeit der Enzymaktivität von unterschiedlichen Faktoren (Temperatur, pH-Wert, Substratkonzentration).</p>	<p>EG 2.2 diskutieren Fehlerquellen bei Experimenten (fehlender Kontrollansatz).</p>	<p>Experimente zur Enzymwirkung und zu deren Eigenschaften</p>
<p><b>1.2 Energiestoffwechsel und Sport 33 Std.</b></p>	<p>FW 1.1 erläutern Struktur-Funktionsbeziehungen auf der Ebene von Molekülen modellhaft (Enzyme, Rezeptormoleküle, <b>Aktin- und Myosinfilamente bei der Kontraktion von Skelettmuskelfasern*</b>).</p> <p>FW 1.2 erläutern Struktur-Funktionsbeziehungen auf der Ebene von Organellen (Chloroplasten, Mitochondrien).</p> <p>FW 2.1 erläutern biologische Phänomene mithilfe verschiedener Arten von Stofftransport zwischen Kompartimenten (passiver und aktiver Transport).</p> <p>FW 2.2 erläutern die Funktion der Kompartimentierung (Ruhepotenzial, chemiosmotisches Modell der ATP-Bildung).</p> <p>FW 2.3 beschreiben, dass Kompartimentierung auf verschiedenen Systemebenen existiert (Organell, Zelle, Organ, Organismus, Ökosystem).</p> <p>FW 3.1 beschreiben kompetitive und allosterische Wirkungen bei Enzymen zur Regulation von Stoffwechselwegen (Phosphofruktokinase).</p> <p><b>FW 3.2 erläutern Homöostase als Ergebnis von Regelungsvorgängen, die für Stabilität in physiologischen Systemen sorgen (Regulation der Zellatmung, Thermoregulierer und Thermokonformer)*.</b></p> <p>FW 4.1 erläutern Grundprinzipien von Stoffwechselwegen (Redoxreaktionen, Energieumwandlung, Energieentwertung, ATP/ADP-System, Reduktionsäquivalente).</p> <p>FW 4.5 erläutern die Bereitstellung von Energie unter Bezug auf die vier Teilschritte der Zellatmung (C-Körper-Schema, <b>energetisches Modell der ATP-Bildung*</b>, chemiosmotisches Modell der ATP- Bildung, Stoff- und</p>	<p>EG 1.3 vergleichen den Bau von Organellen anhand schematischer Darstellungen (Chloroplasten, Mitochondrien).</p> <p>KK 4 unterscheiden bei der Erläuterung physiologischer Sachverhalte zwischen Stoff- und Teilchenebene.</p>	<p>Animationen nutzen, z.B. CD-Rom Biologie heute SII</p>



<p><b>1.3 Enzyme nach Maß und Bedarf Regulation der Genaktivität 28 Std.</b></p>	<p>Energie-Bilanzen). <b>FW 7.1 erläutern Angepasstheit auf der Ebene von Molekülen (Hämoglobin)*.</b></p> <p><b>FW 3.6 erläutern die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten (Genom, Proteom, An- und Abschalten von Genen, Transkriptionsfaktoren, alternatives Spleißen, RNAInterferenz, Methylierung und Demethylierung)*.</b></p> <p><b>FW 6.1 erläutern die Vielfalt der Zellen eines Organismus (differenzielle Genaktivität)*</b></p>	<p>EG 4.2 erläutern biologische Arbeitstechniken (Autoradiografie, DNA-Sequenzierung unter Anwendung von PCR und Gel-Elektrophorese, <b>DNA-Chip-Technologie*</b>), werten Befunde aus und deuten sie.</p>	
----------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

**Folgende prozessbezogenen Kompetenzen sind grundsätzlich zu unterrichten:**

- EG 1.1 beschreiben und erklären biologische Sachverhalte kriteriengeleitet durch Beobachtung und Vergleich.
- EG 2.1 entwickeln Fragestellungen und Hypothesen, planen Experimente, führen diese durch und werten sie hypothesenbezogen aus.
- EG 3.1 erläutern biologische Sachverhalte mithilfe von Modellen.
- EG 3.2 wenden Modelle an, erweitern sie und beurteilen die Aussagekraft und Gültigkeit.
- EG 4.1 wenden den naturwissenschaftlichen Gang der Erkenntnisgewinnung auf neue Probleme an.
- EG 4.3 analysieren naturwissenschaftliche Texte.
- EG 4.4 beschreiben, analysieren und deuten Abbildungen, Tabellen, Diagramme sowie grafische Darstellungen unter Beachtung der untersuchten Größen und Einheiten.
- KK 1 beschreiben und erklären biologische Sachverhalte strukturiert und unter korrekter Verwendung der Fachsprache.
- KK 2 veranschaulichen biologische Sachverhalte auf angemessene Art und Weise (Text, Tabelle, Diagramm, Schema, Skizze).
- KK 3 strukturieren biologische Zusammenhänge (Fließdiagramm, Mindmap, **Conceptmap\***).

**Beschreibung der Unterrichtsreihen**

**Unterrichtseinheit 1 „Enzyme als Biokatalysatoren“**

Im Rückgriff auf die Einführungsphase werden im Rahmen dieser Unterrichtseinheit wesentliche Enzymeigenschaften experimentell erarbeitet, z. B. Wirkungs- und Substratspezifität sowie Temperatur- und pH-Abhängigkeit. Die experimentellen Ergebnisse finden ihre Erklärung im Aufbau der Enzyme (Primär-, Sekundär- und Tertiärstruktur, aktives Zentrum).



### **Unterrichtseinheit 2 „Energistoffwechsel und Sport“**

Im Mittelpunkt stehen bei der Erarbeitung der Vorgänge bei der Dissimilation die grundlegenden Prinzipien, z. B. ATP-Bildung, Ablauf von Redoxreaktionen, Reaktionszyklen, Fließgleichgewicht. Um den Blick für den Gesamtorganismus zu erhalten, wird der Weg von der makroskopischen über die mikroskopische bis zur biochemischen Ebene besprochen. Ausgehend von Befunden zur Atmung bei körperlicher Anstrengung des untrainierten und trainierten Menschen werden die Notwendigkeit zur Energiebereitstellung sowie der Sauerstofftransport im Blut erarbeitet. In der Folge 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. Regelungsvorgänge im energieliefernden Stoffwechsel können in diesem Zusammenhang exemplarisch auf der Ebene von Enzymen und der hormonellen Beeinflussung des Kohlenhydratstoffwechsels erarbeitet werden. Signaltransduktion wird damit erstmals in der Qualifikationsphase am Beispiel der Hormone, die den Glucosehaushalt regeln (Glucose-Homöostase), entwickelt. Die Wirkung einer speziellen Ernährung und die Auswirkung von Doping werden abschließend diskutiert.

### **Unterrichtseinheit 3 „Enzyme nach Maß und Bedarf – Regulation der Genaktivität“**

Hier wird Signaltransduktion im Kontext der Zellzyklus-Kontrolle aus dem vorhergehenden Unterrichtseinheit aufgegriffen und weiterentwickelt. Es werden die Regulation der Genaktivität der Proteinbiosynthese bei Eukaryoten sowie Modelle zur differentiellen Genaktivität und zur funktionellen Struktur der Chromosomen behandelt, bevor epigenetische Effekte im Zentrum des Unterrichts stehen, die eine unmittelbare stoffwechselbiologische Regulation durch Umwelteinflüsse erlauben. Mit der Thematisierung der „Omics“ 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. Fehler in der Signaltransduktion und den intrazellulären Signalwegen können die Entstehung bestimmter maligner Tumore begünstigen. Im Anschluss werden die Kontrolle des Zellzyklus und das Wachstum von Tumoren als Verlust dieser Kontrolle thematisiert.



## 2 HJ: Ökologie und nachhaltige Zukunft

Themen / Unterrichtsreihen	Fachwissen / Fachbegriffe und Basiskonzepte	Prozessbezogene Kompetenzen: Bewertung, Erkenntnisgewinn und Kommunikation	UEs, Hinweise
<p><b>2 HJ: Ökologie und nachhaltige Zukunft</b></p> <p>2.1 Grüne Pflanzen als Produzenten</p> <p>2.2. Umweltfaktoren</p>	<p>FW 1.2 erläutern Struktur-Funktionsbeziehungen auf der Ebene von Organellen (Chloroplasten, Mitochondrien).</p> <p>FW 1.3 erläutern Struktur-Funktionsbeziehungen auf der Ebene von Organen (Sonnen- und Schattenblatt, Transpiration beim Blatt).</p> <p>FW 2.1 erläutern biologische Phänomene mithilfe verschiedener Arten von Stofftransport zwischen Kompartimenten (passiver und aktiver Transport).</p> <p>FW 2.2 erläutern die Funktion der Kompartimentierung (Ruhepotenzial, chemiosmotisches Modell der ATP-Bildung).</p> <p>FW 2.3 beschreiben, dass Kompartimentierung auf verschiedenen Systemebenen existiert (Organell, Zelle, Organ, Organismus, Ökosystem).</p> <p><b>FW 8.5 erläutern die Existenz von Zellorganellen mit einer Doppelmembran mithilfe der Endosymbiontentheorie (Chloroplasten, Mitochondrien)*.</b></p> <p>FW 4.1 erläutern Grundprinzipien von Stoffwechselwegen (Redoxreaktionen, Energieumwandlung, Energieentwertung, ATP/ADP-System, Reduktionsäquivalente).</p> <p>FW 4.2 erläutern die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie in der Fotosynthese (Abhängigkeit von Außenfaktoren, Funktion der Fotosynthesepigmente, Absorptions- und Wirkungsspektrum, Primärreaktionen, <b>energetisches Modell der ATP-Bildung*</b>, chemiosmotisches Modell der ATP-Bildung, Sekundärreaktionen: Fixierungs- und Reduktionsphase im C-Körper-Schema, Regenerationsphase nur summarisch).</p> <p>FW 4.3 erläutern Enzyme als Biokatalysatoren von Abbau- und Aufbauprozessen (Aktivierungsenergie, Substrat- und Wirkungsspezifität).</p> <p><b>FW 7.3 erläutern Angepasstheit auf der Ebene von Organismen (CAM-Pflanzen: ökologische und stoffwechselbiologische Aspekte)*.</b></p>	<p>EG 1.2 mikroskopieren und skizzieren biologische Präparate (bifaziales Laubblatt).</p> <p>EG 1.3 vergleichen den Bau von Organellen anhand schematischer Darstellungen (Chloroplasten, Mitochondrien).</p> <p>EG 1.4 führen eine Dünnschichtchromatografie durch und werten das Chromatogramm aus (Blattpigmente).</p> <p>EG 4.2 erläutern biologische Arbeitstechniken (Autoradiografie, DNA-Sequenzierung unter Anwendung von PCR und Gel-Elektrophorese, <b>DNA-Chip-Technologie*</b>), werten Befunde aus und deuten sie.</p> <p>KK 4 unterscheiden bei der Erläuterung physiologischer Sachverhalte zwischen Stoff- und Teilchenebene.</p>	<p>Blattquerschnitte (Dauerpräparate) mikroskopieren</p> <p>CD-Chromatographie als Schülerversuch</p>



<p>und Ökologische Potenz</p> <p>2.3 Wechselwirkungen zwischen Lebewesen</p> <p>2.4 Stoffkreislauf und Energiefluss in Ökosystemen</p> <p>2.5 Eingriffe des Menschen in Ökosysteme</p>	<p>FW 3.5 vergleichen unter Bezug auf biotische und abiotische Faktoren physiologische und ökologische Potenzen (Toleranzkurven).</p> <p>FW 4.4 erläutern die Abhängigkeit der Enzymaktivität von unterschiedlichen Faktoren (Temperatur, pH-Wert, Substratkonzentration).</p> <p>FW 7.2 erläutern Angepasstheit auf der Ebene von Organen (xeromorphes Blatt).</p> <p>FW 3.3 erläutern Wechselbeziehungen zwischen Organismen (inter- und intraspezifische Konkurrenz, Räuber-Beute, Parasitismus, Symbiose).</p> <p>FW 3.4 erläutern die Regulation der Populationsdichte (dichteabhängige und dichteunabhängige Faktoren).</p> <p>FW 4.6 stellen energetische und stoffliche Beziehungen zwischen Organismen in einem Ökosystem dar (Nahrungskette und -netz unter Einbezug der Trophieebenen).</p> <p>FW 4.7 erläutern Stoffkreisläufe auf der Ebene von Ökosystemen und der Biosphäre (Kohlenstoffkreislauf, <b>Stickstoffkreislauf*</b>).</p> <p>FW 7.7 beschreiben, dass Biodiversität auf verschiedenen Systemebenen existiert (genetische Variabilität, Artenvielfalt, Ökosystemvielfalt).</p>	<p>EG 1.5 führen Freilanduntersuchungen durch und werten diese aus (ausgewählte abiotische und biotische Faktoren).</p> <p>EG 2.1 entwickeln Fragestellungen und Hypothesen planen Experimente, führen diese durch und werten sie hypothesenbezogen aus.</p> <p>EG 2.2 diskutieren Fehlerquellen bei Experimenten (fehlender Kontrollansatz).</p> <p>BW 1.1 bewerten mögliche kurz- und langfristige regionale und/oder globale Folgen eigenen und gesellschaftlichen Handelns auf der Grundlage einer Analyse der Sach- sowie der Werteebene der Problemsituation und entwickeln Handlungsoptionen.</p> <p><b>BW 1.2 analysieren komplexe Problem- und Entscheidungssituationen im Hinblick auf soziale, räumliche und zeitliche Fallen*.</b></p> <p>BW 1.3 bewerten Maßnahmen zum Schutz der Biodiversität aus verschiedenen Perspektiven (Nachhaltigkeit) KK 6 erörtern komplexe biologische Fragestellungen, deren Lösungen strittig sind (Handlungsoptionen zur Verbesserung der CO<sub>2</sub>-Bilanz, <b>Artbildung*</b>).</p>	<p>Experimente z.B. passend zu den jeweiligen abiturrelevanten Ökosystemen z.B. abiotische Faktoren untersuchen. Auch Grundlagen der Artenkenntnis vermitteln.</p> <p>Ein ökologisches Problem z.B. mit Hilfe des Syndromkonzepts bewerten (Erdkunde)</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Folgende prozessbezogenen Kompetenzen sind grundsätzlich zu unterrichten:**

- EG 1.1 beschreiben und erklären biologische Sachverhalte kriteriengeleitet durch Beobachtung und Vergleich.
- EG 2.1 entwickeln Fragestellungen und Hypothesen, planen Experimente, führen diese durch und werten sie hypothesenbezogen aus.
- EG 3.1 erläutern biologische Sachverhalte mithilfe von Modellen.
- EG 3.2 wenden Modelle an, erweitern sie und beurteilen die Aussagekraft und Gültigkeit.



EG 4.1 wenden den naturwissenschaftlichen Gang der Erkenntnisgewinnung auf neue Probleme an.

EG 4.3 analysieren naturwissenschaftliche Texte.

EG 4.4 beschreiben, analysieren und deuten Abbildungen, Tabellen, Diagramme sowie grafische Darstellungen unter Beachtung der untersuchten Größen und Einheiten.

KK 1 beschreiben und erklären biologische Sachverhalte strukturiert und unter korrekter Verwendung der Fachsprache.

KK 2 veranschaulichen biologische Sachverhalte auf angemessene Art und Weise (Text, Tabelle, Diagramm, Schema, Skizze).

KK 3 strukturieren biologische Zusammenhänge (Fließdiagramm, Mindmap, **Conceptmap\***).

## **Beschreibung der Unterrichtsreihen**

### **Unterrichtseinheit 4 „Grüne Pflanzen als Produzenten“**

Analog 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 relevanten Fotosynthesepigmente sowie der Primär- und Sekundärreaktionen der Weg von der makroskopischen über die mikroskopische bis zur molekularen Ebene besprochen. Nachfolgend wird die Abhängigkeit der Fotosynthese von verschiedenen abiotischen Faktoren erarbeitet, bevor die Anpassbarkeit von Pflanzen an trockene Lebensräume untersucht wird.

### **Unterrichtseinheit 5 „Umweltfaktoren und Ökologische Potenz“**

Die Anpassbarkeit 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 Reaktionen, morphologische Reaktionen). Eine selbst durchgeführte Bestandsaufnahme in einem schulnahen Ökosystem schafft die Grundlage für die Einsicht in die Komplexität solcher Systeme. Wichtig ist, die Arten- und Formenkenntnis zu erweitern. Bei der Bestandsaufnahme werden Methoden wie Bestimmungsübungen, physikalisch-chemische Untersuchungen und Vegetationsaufnahmen eingeübt.

### **Unterrichtseinheit 6 „Wechselwirkungen zwischen Lebewesen“**

Anhand ihrer Untersuchungsergebnisse erstellen die Schülerinnen und Schüler Nahrungsnetze, die durch Literatordaten ergänzt werden können. Aus den qualitativen Aussagen zum Nahrungsnetz lassen sich Konkurrenzbeziehungen herleiten. Von der Vielfalt der Wechselbeziehungen (Räuber – Beute, Wirt – Parasit, Symbiose) wird ein Ausschnitt exemplarisch 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.

### **Unterrichtseinheit 7 „Stoffkreislauf und Energiefluss in Ökosystemen“**

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



exemplarischen Erarbeitung eines weiteren Stoffkreislaufes werden auch seine Störungen thematisiert, zum Beispiel: Stickstoffkreislauf – Eutrophierung, Nitratprobleme; Kohlenstoffkreislauf – Treibhauseffekt. Schwerpunktmäßig wird dabei das für das jeweilige Abitur relevante Ökosystem betrachtet.

### **Unterrichtseinheit 8 „Eingriffe des Menschen in Ökosysteme“**

Die Komplexität von Systemzusammenhängen in einem Ökosystem ist die Grundlage für die Bewertung anthropogener Eingriffe in Ökosysteme und deren mögliche Konsequenzen für die Dynamik und vorübergehende Stabilität von Ökosystemen sowie für Biodiversität und Klima. Die Basis für ein zukunftsfähiges ökologisches Verhalten unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit kann damit gelegt werden. Alle biologischen Systeme unterliegen einem ständigen Wandel. Es empfiehlt sich, natürliche und anthropogen verursachte Veränderungen in Ökosystemen an einem Beispiel aus dem regionalen Umfeld zu betrachten, im regionalen Umfeld zu handeln und in Orientierung am Nachhaltigkeitsprinzip zu reflektieren. Um den Blick für globale Zusammenhänge und zu erwartende Entwicklungen zu öffnen, werden z. B. die Versauerung der Ozeane, die Bedeutung und der Schutz der Biodiversität, die nachhaltige Landnutzung oder Neobiota thematisiert.





### 3 Kommunikation in biologischen Systemen

Themen / Unterrichtsreihen	Fachwissen / Fachbegriffe und Basiskonzepte	Prozessbezogene Kompetenzen: Bewertung, Erkenntnisgewinn und Kommunikation	UEs, Hinweise
<p><b>3 Kommunikation in biologischen Systemen</b></p> <p>3.1 Neuronale Informationsverarbeitung</p> <p>3.2 Sinnesorgane – Fenster zur Außenwelt</p>	<p>FW 1.1 erläutern Struktur-Funktionsbeziehungen auf der Ebene von Molekülen modellhaft (Enzyme, Rezeptormoleküle, <b>Aktin- und Myosinfilamente bei der Kontraktion von Skelettmuskelfasern*</b>).</p> <p>FW 2.1 erläutern biologische Phänomene mithilfe verschiedener Arten von Stofftransport zwischen Kompartimenten (passiver und aktiver Transport).</p> <p>FW 2.2 erläutern die Funktion der <b>Kompartimentierung</b> (Ruhepotenzial, chemiosmotisches Modell der ATP-Bildung).</p> <p>FW 2.3 beschreiben, dass Kompartimentierung auf verschiedenen Systemebenen existiert (Organell, Zelle, Organ, Organismus, Ökosystem).</p> <p>FW 3.1 beschreiben kompetitive und allosterische Wirkungen bei Enzymen zur Regulation von Stoffwechselwegen (Phosphofruktokinase).</p> <p>FW 5.3 erläutern die Informationsübertragung zwischen Zellen (Nervenzellen: Entstehung und Weiterleitung elektrischer Potenziale, erregende cholinerge Synapse, Beeinflussung der Synapse durch einen neuroaktiven Stoff, <b>hemmende Synapse*, räumliche und zeitliche Summation*</b>).</p> <p>FW 5.1 erläutern das Prinzip der Signaltransduktion als Übertragung von extrazellulären Signalen in intrazelluläre Signale (Geruchssinn, <b>Lichtsinn*, Hormone*</b>).</p> <p><b>FW 5.2 erläutern den Aufbau und die Funktion der Netzhaut unter dem Aspekt der Kontrastwahrnehmung (laterale Inhibition)*.</b></p>	<p>KK 4 unterscheiden bei der Erläuterung physiologischer Sachverhalte zwischen Stoff- und Teilchenebene.</p> <p>BW 1.1 bewerten mögliche kurz- und langfristige regionale und/oder globale Folgen eigenen und gesellschaftlichen Handelns auf der Grundlage einer Analyse der Sach- sowie der Werteebene der Problemsituation und entwickeln Handlungsoptionen.</p>	<p><b>Achtung:</b> <b>Wahrnehmung und Verarbeitung am Geruchssinn erarbeiten (z.B. Gewöhnung, Wahrnehmung verschiedener Geruchsstoffe)</b></p> <p>Sinneszellen sind stets im Zusammenhang mit dem Sinnesorgan zu thematisieren</p> <p>Drogen, Medikamente, Botox etc. bewerten</p> <p>Stressbewältigung,</p>



<p>3.3 Stress → Evolution kann hier vorgezogen werden</p>	<p><b>FW 5.4 erläutern das Zusammenspiel der hormonellen und neuronalen Informationsübertragung (Hypothalamus, Kampf-oder-Flucht-Reaktion)*.</b> FW 5.1 erläutern das Prinzip der Signaltransduktion als Übertragung von extrazellulären Signalen in intrazelluläre Signale (Geruchssinn, <b>Lichtsinn*</b>, <b>Hormone*</b>).</p>		<p>Stressreduzierung, physiologische Auswirkungen von Stress (Cortisol...)</p>
---------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--------------------------------------------------------------------------------

**Folgende prozessbezogenen Kompetenzen sind grundsätzlich zu unterrichten:**

- EG 1.1 beschreiben und erklären biologische Sachverhalte kriteriengeleitet durch Beobachtung und Vergleich.
- EG 2.1 entwickeln Fragestellungen und Hypothesen, planen Experimente, führen diese durch und werten sie hypothesenbezogen aus.
- EG 3.1 erläutern biologische Sachverhalte mithilfe von Modellen.
- EG 3.2 wenden Modelle an, erweitern sie und beurteilen die Aussagekraft und Gültigkeit.
- EG 4.1 wenden den naturwissenschaftlichen Gang der Erkenntnisgewinnung auf neue Probleme an.
- EG 4.3 analysieren naturwissenschaftliche Texte.
- EG 4.4 beschreiben, analysieren und deuten Abbildungen, Tabellen, Diagramme sowie grafische Darstellungen unter Beachtung der untersuchten Größen und Einheiten.
- KK 1 beschreiben und erklären biologische Sachverhalte strukturiert und unter korrekter Verwendung der Fachsprache.
- KK 2 veranschaulichen biologische Sachverhalte auf angemessene Art und Weise (Text, Tabelle, Diagramm, Schema, Skizze).
- KK 3 strukturieren biologische Zusammenhänge (Fließdiagramm, Mindmap, **Conceptmap\***).

**Beschreibung der Unterrichtsreihen**

**Unterrichtseinheit 9 „Neuronale Informationsverarbeitung“**

Zum Verständnis der Informationsprozesse sollen in dieser Unterrichtseinheit Strukturen und Vorgänge auf den verschiedenen Systemebenen erarbeitet und in Beziehung gesetzt werden. Eine vertiefende Erarbeitung von Reizaufnahme, Erregungsbildung und Erregungsweiterleitung bildet die Grundlage für Einblicke in die Arbeitsweise von Nervensystem und Gehirn. In dieser Unterrichtseinheit geht es weiterhin 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.

**Unterrichtseinheit 10 „Sinnesorgane – Fenster zur Außenwelt“**

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. Abschließend erfolgt ein Vergleich des Sehvorgangs und der Fotosynthese (Rhodopsin, Chlorophyll, Lichtabsorption und anschließende Stoffwechselprozesse).

### **Unterrichtseinheit 11 „Stress“**

Für das Verständnis der Steuerung physiologischer Prozesse im Organismus sind Kenntnisse zum Aufbau und der Funktion bestimmter neuronaler Bereiche und Hormone erforderlich. Dabei wird auch auf die zellulären Wirkmechanismen von Hormonen eingegangen. In der Unterrichtseinheit Stress sollen das Zusammenspiel von stoffwechsel- 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).



## 4 Evolution des Menschen

Themen / Unterrichtsreihen	Fachwissen / Fachbegriffe und Basiskonzepte	Prozessbezogene Kompetenzen: Bewertung, Erkenntnisgewinn und Kommunikation	UEs, Hinweise
<p><b>4 Evolution des Menschen</b></p> <p>4.1 Evolutionstheorien und Belege für die Synthetische Theorie</p> <p>4.2 Biologische und kulturelle Evolution des Menschen → <b>Wiederholung und Übung für das ZA</b></p>	<p>FW 7.4 erläutern den Prozess der Evolution (Isolation, Mutation, Rekombination, Selektion, allopatrische und sympatrische Artbildung, <b>adaptive Radiation*</b>, <b>Gendrift*</b>).</p> <p>FW 7.5 erläutern Angepasstheit als Ergebnis von Evolution (ökologische Nische).</p> <p>FW 7.6 erläutern verschiedene Evolutionstheorien (Lamarck, Darwin, Synthetische Evolutionstheorie).</p> <p>FW 7.7 beschreiben, dass Biodiversität auf verschiedenen Systemebenen existiert (genetische Variabilität, Artenvielfalt, Ökosystemvielfalt).</p> <p>FW 8.1 erläutern und entwickeln Stammbäume anhand anatomisch-morphologischer Befunde (ursprüngliche und abgeleitete Merkmale).</p> <p>FW 8.2 werten molekularbiologische Homologien zur Untersuchung phylogenetischer Verwandtschaft bei Wirbeltieren aus und entwickeln auf dieser Basis einfache Stammbäume (DNA-Sequenz, Aminosäuresequenz).</p> <p>FW 8.3 deuten Befunde als Analogien oder Homologien (Konvergenz, Divergenz).</p> <p><b>FW 8.5 erläutern die Existenz von Zellorganellen mit einer Doppelmembran mithilfe der Endosymbiontentheorie (Chloroplasten, Mitochondrien)*.</b></p> <p><b>FW 8.4 erörtern wissenschaftliche Befunde und Hypothesen zur Humanevolution (evolutive Trends, Zusammenspiel biologischer und kultureller Evolution)*.</b></p>	<p><b>EG 3.3 erklären biologische Phänomene mithilfe von Kosten-Nutzen-Analysen (reproduktive Fitness)*.</b></p> <p>EG 4.2 erläutern biologische Arbeitstechniken (Autoradiografie, DNA-Sequenzierung unter Anwendung von PCR und Gel-Elektrophorese, <b>DNA-Chip-Technologie*</b>), werten Befunde aus und deuten sie.</p> <p>KK 5 unterscheiden zwischen proximat und ultimat Erklärungen und vermeiden unangemessene finale Begründungen.</p> <p>KK 6 erörtern komplexe biologische Fragestellungen, deren Lösungen strittig sind (Handlungsoptionen zur Verbesserung der CO<sub>2</sub>-Bilanz, <b>Artbildung*</b>).</p>	<p>Angepasstheit ist ein Kompromiss</p>

**Folgende prozessbezogenen Kompetenzen sind grundsätzlich zu unterrichten:**

EG 1.1 beschreiben und erklären biologische Sachverhalte kriteriengeleitet durch Beobachtung und Vergleich.

EG 2.1 entwickeln Fragestellungen und Hypothesen, planen Experimente, führen diese durch und werten sie hypothesenbezogen aus.



EG 3.1 erläutern biologische Sachverhalte mithilfe von Modellen.

EG 3.2 wenden Modelle an, erweitern sie und beurteilen die Aussagekraft und Gültigkeit.

EG 4.1 wenden den naturwissenschaftlichen Gang der Erkenntnisgewinnung auf neue Probleme an.

EG 4.3 analysieren naturwissenschaftliche Texte.

EG 4.4 beschreiben, analysieren und deuten Abbildungen, Tabellen, Diagramme sowie grafische Darstellungen unter Beachtung der untersuchten Größen und Einheiten.

KK 1 beschreiben und erklären biologische Sachverhalte strukturiert und unter korrekter Verwendung der Fachsprache.

KK 2 veranschaulichen biologische Sachverhalte auf angemessene Art und Weise (Text, Tabelle, Diagramm, Schema, Skizze).

KK 3 strukturieren biologische Zusammenhänge (Fließdiagramm, Mindmap, **Conceptmap\***).

### **Beschreibung der Unterrichtsreihen**

#### **Unterrichtseinheit 12 „Evolutionstheorien und Belege für die Synthetische Theorie“**

Die wissenschaftspropädeutische Auseinandersetzung mit dem Theoriecharakter der Evolutionslehre ermöglicht eine Einschätzung ihrer Leistung und ihrer Grenzen. Diese Reflexionen sind für ein naturwissenschaftlich fundiertes Weltbild der Schülerinnen und Schüler und ihr Selbstverständnis unerlässlich. Zu Beginn erfolgt daher ausgehend vom natürlichen System der Lebewesen Linnés die Interpretation von Fossilfunden (Homologien, Analogien, Brückentiere), das Belegen von Verwandtschaft durch molekularbiologische Homologien sowie die vergleichende Betrachtung von zentralen Evolutionstheorien. Die Schülerinnen und Schüler entwickeln Stammbäume anhand von ursprünglichen und abgeleiteten Merkmalen und werten molekularbiologische Homologien aus. Die Behandlung der klassischen Evolutionsfaktoren Mutation, Rekombination, Isolation, Selektion, Gendrift und ihre Erweiterung durch ökologische Interaktion, z. B. Koevolution, führt dazu, dass die Evolution als ein andauernder, nicht zielgerichteter Prozess verstanden wird, der die vielfältigen und relativ angepassten Lebensformen hervorbringt. 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.

#### **Unterrichtseinheit 13 „Biologische und kulturelle Evolution des Menschen“**

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 die z. T. einander widersprechenden Ansätze bisher noch zu keiner lückenlosen Rekonstruktion der stammesgeschichtlichen Entwicklung des Menschen geführt haben. Zentrale Aspekte dieser Unterrichtseinheit in inhaltlicher Reihenfolge 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), Vergleich von biologischer und kultureller Evolution des Menschen.