NIKLAS LUHMANN GYMNASIUM Oerlinghausen

Schulinterner Lehrplan
für die gymnasiale Oberstufe

[Biologie]

Fassung vom 01.03.2023

Inhaltsverzeichnis

1. Entscheidungen zum Unterricht ____ *3*

1.1 Unterrichtsvorhaben ____ 3

1.1.1 Übersichtsraster zu den Unterrichtsvorhaben der EF ____ 5

1.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben in der Einführungsphase ____ 6

1.1.3 Übergeordnete Kompetenzerwartungen für die EF ____ 17

1.1.4 Konkretisierte Kompetenzerwartungen für die EF ____ 19

1.1.5 Übersichtsraster zu den Unterrichtsvorhaben in der Q1 und Q2 ____ 20

1.1.6 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben in der Qualifikationsphase 1_Grundkurs 24

Anmerkung: UV I kann auch integriert in UV II und UV III durchgeführt werden. ____ 25

1.1.7 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben in der Qualifikationsphase 2_Grundkurs 46

1.1.8 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben in der Qualifikationsphase 1_Leistungskurs ____ 56

Anmerkung: UV I kann auch integriert in UV II und UV III durchgeführt werden. ____ 57

1.1.9 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben in der Qualifikationsphase 2_Leistungskurs ____ 86

1.1.10 Übergeordnete Kompetenzerwartungen für die Qualifikationsphase im Grund- und Leistungskurs ____ 103

1.1.11 Konkretisierte Kompetenzerwartungen für die Qualifikationsphase im Grund- und Leistungskurs ____ 106

2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidakti-schen Arbeit ____ *110*

2.1 Überfachliche und fachliche Grundsätze ____ 110

2.2 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung ____ 111

2.2.1 Schriftliche Arbeiten und Klausuren ____ 112

2.2.2 Sonstige Leistungen im Unterricht/Sonstige Mitarbeit ____ 113

2.2.3 Kompetenzorientierte Leistungsbewertung für die Hand der Schülerinnen und Schüler_ ____ 115

2.2.4 Möglichkeit zur Bewertung von Facharbeiten im Fach Biologie ____ 117

3 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen ____ *121*

4 Qualitätssicherung und Evaluation ____ *121*

5 Anhang ____ *122*

1. Entscheidungen zum Unterricht

1.1 Unterrichtsvorhaben

Die Darstellung der Unterrichtsvorhaben im schulinternen Lehrplan besitzt den Anspruch, sämtliche im Kernlehrplan angeführten Kompetenzen auszuweisen. Dies entspricht der Verpflichtung jeder Lehrkraft, den Lernenden Gelegenheiten zu geben, alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans auszubilden und zu entwickeln. Die entsprechende Umsetzung erfolgt auf zwei Ebenen: der Übersichts- und der Konkretisierungsebene.

Im „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 1.1.1) werden die für alle Lehrerinnen und Lehrer gemäß Fachkonferenzbeschluss verbindlichen Kontexte sowie Verteilung und Reihenfolge der Unterrichtsvorhaben dargestellt. Das Übersichtsraster dient dazu, den Kolleginnen und Kollegen einen schnellen Überblick über die Zuordnung der Unterrichtsvorhaben zu den einzelnen Jahrgangsstufen sowie den im Kernlehrplan genannten Kompetenzerwartungen, Inhaltsfeldern und inhaltlichen Schwerpunkten zu verschaffen. Um Klarheit für die Lehrkräfte herzustellen und die Übersichtlichkeit zu gewährleisten, werden in der Kategorie „Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung“ an dieser Stelle nur die übergeordneten Kompetenzerwartungen ausgewiesen, während die konkretisierten Kompetenzerwartungen erst auf der Ebene der möglichen konkretisierten Unterrichtsvorhaben Berücksichtigung finden. **Alle** aufgeführten **konkretisierten Kompetenzerwartungen** sind **verpflichtend** den SuS zu vermitteln!
Der ausgewiesene Zeitbedarf versteht sich als grobe Orientierungsgröße, die nach Bedarf über- oder unterschritten werden kann. Die Unterrichtseinheiten sind jedoch thematisch so umfangreich, dass kaum Spielraum für Vertiefungen, besondere Schülerinteressen, aktuelle Themen bzw. die Erfordernisse anderer besonderer Ereignisse (z.B. Praktika, Kursfahrten o.ä.) zu bleibt. So wurden im Rahmen dieses schulinternen Lehrplans ca. 90 Prozent der Bruttounterrichtszeit verplant.
Während der Fachkonferenzbeschluss zum „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ zur Gewährleistung vergleichbarer Standards sowie zur Absicherung von Lerngruppen- und Lehrkraftwechseln für alle Mitglieder der Fachkonferenz Bindekraft entfalten soll, besitzt die exemplarische Ausgestaltung „möglicher konkretisierter Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 1.1.2, 1.1.5-1.1.9) nur <u>empfehlenden</u> Charakter. Referendarinnen und Referendaren sowie neuen Kolleginnen und Kollegen dienen diese vor allem zur standardbezogenen Orientierung in der neuen Schule, aber auch zur Verdeutlichung von unterrichtsbezogenen fachgruppeninternen Absprachen zu didaktisch-methodischen Zugängen, fächerübergreifenden Kooperationen, Lernmitteln und -orten sowie vorgesehenen Leistungsüberprüfungen, die im Einzelnen auch den Kapiteln 2.2.1 bis 2.2.3 zu entnehmen sind. Abweichungen von den vorgeschlagenen Vorgehensweisen bezüglich der konkretisierten Unterrichtsvorhaben sind im Rahmen der pädagogischen Freiheit und eigenen Verantwortung der Lehrkräfte jederzeit möglich. Sicherzustellen bleibt allerdings auch hier, dass im Rahmen der Umsetzung der Unterrichtsvorhaben insgesamt alle

Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans (Kapitel 1.1.3-1.1.4 sowie 1.1.10-1.1.11) Berücksichtigung finden.

1.1.1 Übersichtsraster zu den Unterrichtsvorhaben der EF

Zurück zum Inhalts-verzeichnis

Einführungsphase

Quartal	Unterrichtsvorhaben	Zugeordnete Themenfelder	Schwerpunkte des Kompetenzerwerbes	Klausur
EF 1.1 **ca. 24 Std.**	Aufbau und Funktion der Zelle	Biologie der Zelle	• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) • Informationen erschließen (K) • Informationen aufbereiten (K)	Klausur 1
EF 1.2 **ca. 22 Std.**	Erforschung von Biomembranen	Biologie der Zelle	• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)	Klausur 1
EF 2.1 **ca. 22 Std.**	Mitose, Zellzyklus und Meiose	Biologie der Zelle	• Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K) • Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) • Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)	Klausur 2
EF 2.2 **ca. 24 Std.**	Energie, Stoffwechsel und Enzyme	Energiestoffwechsel	• Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Informationen aufbereiten (K)	Klausur 2

1.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben in der Einführungsphase

Zurück zum Inhalts-verzeichnis

Unterrichtsvorhaben I: Aufbau und Funktion der Zelle

Kontext: Kein Leben ohne Zelle

Inhaltsfeld: IF1 Zellbiologie

Inhaltliche Schwerpunkte:	**Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:**
• Aufbau der Zelle, Fachliche Verfahren: Mikroskopie **Zeitbedarf:** ca. 24 Std. à 45 Min.	• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) • Informationen erschließen (K) • Informationen aufbereiten (K)

Sequenzierung inhalt- licher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** **Die Schülerinnen und Schüler …**	**Empfohlene Methoden/ Materialien/ Lernmittel/ Leitfragen**	**Mögliche Kontexte/ didaktisch-methodische Anmerkungen**
Zelle • Zelltheorie • Pro- und Eukaryot	• vergleichen den Aufbau von prokaryotischen und eukaryotischen Zellen (S1, S2, K1, K2, K9) • begründen den Einsatz unterschiedlicher mikroskopischer Techniken für verschiedene Anwendungsgebiete (S2, E2, E9, E16, K6) • vergleichen einzellige und vielzellige Lebewesen und erläutern die jeweiligen Vorteile ihrer Organisationsform (S3, S6, E9, K7, K8)	**Möglicher Einstieg: Von der Eizelle bis zum fertigen Organismus** AB Organisationsebenen der Lebens AB Den Aufbau von Zellen erforschen mithilfe der „Mikroskopie“ (Licht-, Fluoreszenz-, Elektronen- und Rasterelektronenmikroskop) AB Zelltheorie Mikroskopieren von verschiedenen tierischen und pflanzlichen Zelltypen und Geweben (Erkenntnis: Zellen unterscheiden sich nach Form, Größe und „inneren Strukturen“) → kein Quetschpräparat der Wasserpest (→ Q1)	Entwicklung biologischer Fragestellungen und Vermutungen Beschreibung und Analyse von LM-Bildern Versuchsprotokoll, wissenschaftliches Zeichnen von mikroskopischen Präparaten

• Zelldifferenzierung: Von der einzelnen Zelle bis zum Gewebe/Organ	• analysieren differenzierte Zelltypen mithilfe mikroskopischer Verfahren (S5, E7, E8, E13, K10)	- AB Zelldifferenzierung	
Zellkompartimente • Zellkern • Mitochondrium • Chloroplast • Ribosomen • Golgi-Apparat • Vakuole • endoplasmatisches Reticulum • Cytoskelett	• erklären Bau und Zusammenwirken der Zellbestandteile eukaryotischer Zellen und erläutern die Bedeutung der Kompartimen-tierung (S2, S5, K5, K10) • erläutern theoriegeleitet den prokaryotischen Ursprung von Mitochondrien und Chloroplasten (E9, K7)	Erarbeitung der Zellkompartimente z.B. mit Hilfe: - eines Selbstlernprogramms (mit Textunterstützung → Wunsch der SuS) - Expertenpuzzle - Stationen lernen mit abschließender Wissensüberprüfung	Es müssen auf jeden Fall die folgende Zellorganellen besprochen werden: Mitochondrien, Chloroplasten, Zellkern und ER Die Wissensüberprüfung kann auf verschiedene Weisen erfolgen; z.B. in Form eines klassischen „Tests“, eines Zellpuzzles…
Endosymbiontenhypothese	• erläutern theoriegeleitet den prokaryotischen Ursprung von Mitochondrien und Chloroplasten (E9, K7).	Definition der Endosymbiontenhypothese (z.B. Video oder AB) und Recherche wissenschaftlicher Beweise für diese (Quellennachweise, fundierte, wissenschaftliche Quellen…)	Die SuS sollen die Beweise für die Hypothese nur mit Hilfe seriöser Quellen erbringen. Dieses sollte den SuS vor der Recherche z.B. an einem Beispiel erklärt werden. MKR 2.1,2.2, 2.3, 5.1
Leistungsüberprüfung: ggf. Klausur			

Unterrichtsvorhaben II: Erforschung von Biomembranen

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Kontext: Erforschung von Biomembranen

Inhaltsfeld: IF 1 Biologie der Zelle

Inhaltliche Schwerpunkte:	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**
• Biochemie der Zelle • fachliche Verfahren: Untersuchung von osmotischen Vorgängen **Zeitbedarf:** ca. 22 Std. à 45 Min.	• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** **Die Schülerinnen und Schüler …**	**Empfohlene Methoden/ Materialien/ Lernmittel/ Leitfragen**	**Mögliche Kontexte/ didaktisch-methodische Anmerkungen**
• Diffusion • Brown'sche Molekularbewegung • Osmose • Plasmolyse/ Deplasmolyse	• erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6). • erklären experimentelle Befunde zu Diffusion und Osmose mithilfe von Modellvorstellungen (E4, E8, E10–14).	- Phänomen: Auswirkungen der Salzkonz. auf Lebewesen, z.B. Zeitungsartikel zur fehlerhaften Salzkonz. für eine Infusion in einer Uniklinik oder Vergleich von frischem und angerichtetem Salat - Hypothesengeleitete Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten zu Diffusion und Osmose, sodass ausgehend von der Beschreibung der Phänomene anhand von Modellvorstellungen zum Aufbau von Biomembranen die experimentellen Befunde erklärt werden können (E4, E8) - Mikroskopische Untersuchung von osmotischen Vorgängen an z.B. einer roten Zwiebelzelle (Plasmolyse; Deplasmolyse)	SuS formulieren Hypothesen, planen und führen geeignete Experimente zur Überprüfung ihrer Vermutungen durch (wissenschaftspropädeutischer Erkenntnisweg)

		- Einbezug von Experimenten zur Diffusion, zur qualitativen und quantitativen Ermittlung von Daten zur Osmose, zur mikroskopischen Analyse osmotischer Prozesse bei in pflanzlichen Geweben (E10, E11, E14)	
Erforschung von Biomembranen • Stoffgruppen: Kohlenhydrate, Lipide, Proteine (integriert an entsprechenden Stellen) • Bilayer-Modell • Sandwich-Modell (Davson-Danielli- Modell) • Fluid-Mosaik-Modell	• erklären experimentelle Befunde zu Diffusion und Osmose mithilfe von Modellvorstellungen (E4, E8, E10–14). • stellen den Erkenntniszuwachs zum Aufbau von Biomembranen durch technischen Fortschritt und Modellierungen an Beispielen dar (E12, E15–17).	- Informationsblätter · zu funktionellen Gruppen · Strukturformeln von Lipiden und Phospholipiden · Modelle zu Phospholipiden in Wasser - Veranschaulichung von Biomembranen (Wie können Zellmembranen einerseits die Zelle nach außen abgrenzen und andererseits doch durchlässig für Stoffe sein?) - Arbeit mit Modellen (Papiermodelle oder Erstellen von digitalen Modellen mit Word) - AB Aufklärung der Lage von Kohlenhydraten in der Biomembran	Folgende Vorgehensweise wird empfohlen: Der wissenschaftliche Erkenntniszuwachs wird in den Folgestunden fortlaufend dokumentiert. Ableitung des Modells von Gorter und Grendel aus der Analyse von Erythrocyten-Membranen Erklärung der Veränderungen zum Sandwich-Modell von Davson und Danielli aufgrund chemischer Analysen und elektronenmikroskopischer Bilder von Zellmembranen Erläuterung des Fluid-Mosaik-Modells anhand folgender Analysen durch Singer und Nicolson und Bestätigung durch die Gefrierbruch-Methode sowie Zellfusions-Experimente von Frye und Edidin Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der einzelnen Membranmodelle auch anhand selbst hergestellter Membran-modelle (E12) Reflektion des Erkenntnisgewinnungsprozesses ausgehend vom technischen Fortschritt der Analyseverfahren und Weiterentwicklung des Membranmodells zum modernen Fluid-Mosaik-Modell (E15–17)
Funktion von Biomembranen:	• stellen den Erkenntniszuwachs zum Aufbau von Biomembranen durch	Arbeitsblätter zu:	**Abgrenzung und Austausch – (k)ein Widerspruch?**

- passiver und aktiver Transport, - Prinzip der Signaltransduktion, - Zell-Zell-Erkennung physiologische Anpassung: Homöostase	technischen Fortschritt und Modellierungen an Beispielen dar (E12, E15–17). • erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6). • erklären die Bedeutung der Homöostase des osmotischen Werts für zelluläre Funktionen und leiten mögliche Auswirkungen auf den Organismus ab (S4, S6, S7, K6, K10).	- Erläuterung von Modellvorstellungen zu verschiedenen Transportprozessen durch Biomembranen unter Berücksichtigung von Kanalproteinen, Carrierproteinen und Transport durch Vesikel (S7, E12, E13) - Ableitung der Eigenschaften der Transportsysteme auch im Hinblick auf energetische Aspekte (aktiver und passiver Transport) (S5, K6) - Erläuterung der Bedeutung zellulärer Transportsysteme am Beispiel von Darmepithel-zellen, Drüsenzellen und der Blut-Hirn-Schranke (S6, S7) Expertenpuzzle oder Referate: - Diskussion der Bedeutung der Osmoregulation für Einzeller in Süß- bzw. Salzwasser unter Bezugnahme auf das Basiskonzept Steuerung und Regelung (Prinzip der Homöostase bei der Osmoregulation) und Anwendung auf die Homöostase bei der Osmoregulation von Süß- und Salzwasserfischen (S4, S7, K10)	**Osmoregulation** am Beispiel von Süß- und Salzwasserfischen oder am Beispiel von Meeresvögeln oder Galapagos-Meerechsen, die Salzwasser trinken **Signaltransduktion** am Bsp. des Hormons Insulin Erläuterung des Schlüssel-Schloss-Prinzips am Beispiel der Bindung des Insulins an den Insulinrezeptor **Zell-Zell-Erkennung** und Zelloberflächenstrukturen am Bsp. der Organtransplantation
Leistungsüberprüfung: ggf. Klausur			

Unterrichtsvorhaben III: Mitose, Zellzyklus und Meiose

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Kontext: Von der Eizelle bis zur Geburt

Inhaltsfeld: IF 1 Biologie der Zelle, IF2 Energiestoffwechsel

Inhaltliche Schwerpunkte:
- Genetik der Zelle
- Fachliche Verfahren: Analyse von Familienstammbäumen

Zeitbedarf: ca. 22 Stunden à 45 Min.

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

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler …	Empfohlene Methoden/ Materialien/ Lernmittel/ Leitfragen	Mögliche Kontexte/ didaktisch-methodische Anmerkungen
• Mitose: Chromosomen und Cytoskelett • Zellzyklus: Regulation	• erklären die Bedeutung der Regulation des Zellzyklus für Wachstum und Entwicklung (S1, S6, E2, K3).	**Leitfrage: Wie verläuft eine kontrollierte Vermehrung von Körperzellen ab?** AB, Mitose-Puzzle oder Modelle: Erläuterung der Phasen des Zellzyklus, dabei Fokussierung auf die Entstehung genetisch identischer Tochterzellen. Berücksichtigung des Basiskonzepts Struktur und Funktion: Abhängigkeit der Chromatin-Struktur von der jeweiligen Funktion Recherche: Welche Ziele verfolgt die Forschung mit embryonalen Stammzellen und wie wird diese Forschung ethisch bewertet?	**Kontext: Wachstum bei Vielzellern geschieht durch Zellvermehrung und Zellwachstum** Erstellung eines Schemas zum Zellzyklus als Kreislauf mit Darstellung des Übergangs von Zellen in die G_0-Phase. Dabei Unterscheidung der ruhenden Zellen und Beachtung unterschiedlich langer G_0-Phasen verschiedener Zelltypen: nie wieder sich teilende Zellen (wie Nervenzellen) und Zellen, die z. B. nach Verletzung wieder in die G1-Phase zurückkehren können MKR 2.1., 2.2, 2.3

• Stammzellen	• diskutieren kontroverse Positionen zum Einsatz von embryonalen Stammzellen (K1-4, K12, B1–6, B10–B12).	Beschreibung der Pluripotenz embryonaler Stammzellen und Erklärung der Bedeutung im Zusammenhang mit dem Zellzyklus sowie der Entstehung unterschiedlicher Gewebe Recherche von Zielen der embryonalen Stammzellforschung Identifikation der Gründe für die besondere ethische Relevanz des Einsatzes von embryonalen Stammzellen Benennung von Werten, die verschiedenen Positionen zugrunde liegen können und Beurteilung von Interessenlagen (B4, B5)	**Kontext: Unheilbare Krankheiten künftig heilen** Pluripotenz embryonaler Stammzellen Ziele der Stammzellforschung Beurteilung von Interessenslagen und Bewertung des Einsatzes embryonaler Stammzellen (verschiedene Positionen vertreten) MKR 2.3, 5.2
• unkontrollierte Zellvermehrung: Krebs	• begründen die medizinische Anwendung von Zellwachstumshemmern (Zytostatika) und nehmen zu den damit verbundenen Risiken Stellung (S3, K13, B2, B6–B9).	**Leitfrage: Wie kann unkontrolliertes Zellwachstum gehemmt werden und welche Risiken sind mit der Behandlung verbunden?** (2 Ustd.)	**Kontext: Behandlung von Tumoren mit Zytostatika** Definition des Krankheitsbildes Krebs und Bedeutung von Tumoren Recherche zu einem Zytostatikum und Erstellung eines Infoblattes mit Wirkmechanismus und Nebenwirkungen zur Erläuterung der Wirkungsweise (das Infoblatt sollte auch fachübergreifende Aspekte beinhalten) MKR 2.1, 2.3 konstruktiver Austausch über die Ergebnisse, Fokussierung auf die unspezifische Wirkung von Zytostatika (→ Ausblick auf Möglichkeiten personalisierter Medizin) (K13) MKR 3.1 Abschätzung von Nutzen und Risiken einer Zytostatikatherapie basierend auf den erhaltenen Ergebnissen, dabei sollen unterschiedliche Perspektiven eingenommen und Handlungsoptionen berücksichtigt werden (B8)

• Genom- und Chromosomenmutationen (z.B. Trisomie 21 oder Pätau-Syndrom) • Karyogramme • Meiose • Rekombination	• erläutern Ursachen und Auswirkungen von Chromosomen- und Genommutationen (S1, S4, S6, E3, E11, K8, K14).	**Leitfrage: Nach welchem Mechanismus erfolgt die Keimzellbildung und welche Mutationen können dabei auftreten?**	
• Analyse von Familienstammbäumen	• wenden Gesetzmäßigkeiten der Vererbung auf Basis der Meiose bei der Analyse von Familienstammbäumen an (S6, E1–3, E11, K9, K13).	Inwiefern lassen sich Aussagen zur Vererbung genetischer Erkrankungen aus Familienstammbäumen ableiten?	Modellhafte Darstellung der Rekombinationsmöglichkeiten durch Reduktionsteilung und Befruchtung, Problematisierung der phänotypischen Ausprägung bei Heterozygotie Regeln der Vererbung (Gen- und Allelbegriff, Familienstammbäume)
Leistungsüberprüfung: ggf. Klausur			

Unterrichtsvorhaben IV: Energie, Stoffwechsel und Enzyme

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Kontext: Sport biologisch betrachtet

Inhaltsfeld: IF1 Zellbiologie

Inhaltliche Schwerpunkte:	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**
• Physiologie der Zelle • Fachliche Verfahren: Untersuchung der Enzymaktivität **Zeitbedarf:** ca. 24 Stunden à 45 Min.	• Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Informationen aufbereiten (K)

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** **Die Schülerinnen und Schüler …**	**Empfohlene Methoden/ Materialien/ Lernmittel**	**Mögliche Kontexte/ didaktisch-methodische Anmerkungen**
Biokatalysatoren • allg. Biokatalysatoren (schematisch) • Aktivierungsenergie, Aktivierungsbarriere/ Reaktionsschwelle • allg. Enzymgleichung/ enzymatische Reaktion	• erklären die Regulation der Enzymaktivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9).	einfache Verdauungsexperimente und/ oder katalytisch induzierte Verbrennung von Zucker endergonische und exergonische Reaktion Schematische Darstellungen von Reaktionen unter besonderer Berücksichtigung der Energieniveaus	Hypothesen zur Erklärung der Phänomene werden aufgestellt. Die zentralen Aspekte der Biokatalyse werden erarbeitet: Senkung der Aktivierungsenergie
Aufbau von Proteinen • Aminosäuren • Peptide, Proteine • Primär-, Sekundär-, Tertiär-, Quartärstruktur		haptische Modelle (z.B. Legomodelle) und3D animierte Modelle am PC zum Proteinaufbau, Informationstexte zum Aufbau und der Struktur von Proteinen	Der Aufbau von Proteinen wird erarbeitet. Die Quartärstruktur wird am Beispiel von Hämoglobin veranschaulicht.

Wirkung und Bedeutung von Enzymen im Stoffwechsel • Aktives Zentrum • Substrat- und Wirkungsspezifität	• erklären die Regulation der Enzymaktivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9).	Modelle zur Veranschaulichung Experimente: z.B. Peroxidase mit Kartoffelscheibe oder Kartoffelsaft (Verdünnungsreihe) oder Hefesuspension	Die Substrat- und Wirkungsspezifität werden veranschaulicht. Schlüssel-Schloss-Prinzip Die naturwissenschaftlichen Fragestellungen werden vom Phänomen her entwickelt. Hypothesen zur Erklärung der Phänomene werden aufgestellt. Experimente zur Überprüfung der Hypothesen werden geplant, durchgeführt und abschließend werden mögliche Fehlerquellen ermittelt und diskutiert.
Abhängigkeit der Enzymaktivität von verschiedenen Faktoren: • pH-Abhängigkeit • Temperaturabhängigkeit • Substratkonzentration • Wechselzahl in Abhängigkeit von Temperatur und Substratkonzentration	• beschreiben und interpretieren Diagramme zu enzymatischen Reaktionen (E9, K6, K8, K11). • entwickeln Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von verschiedenen Faktoren auf und überprüfen sie experimentell und stellen sie graphisch dar (E3, E2, E6, E9, E11, E14).	Beschreibung und Interpretation von Diagrammen (siehe Checkliste) Experimente zum Nachweis der Substrakonzentrations-, Temperatur- und pH- Abhängigkeit	Beschreiben und interpretieren von Diagrammen Experimente zur Ermittlung der Abhängigkeiten der Enzymaktivität werden geplant und durchgeführt. Wichtig: Denaturierung im Sinne einer irreversiblen Hemmung durch Temperatur, pH-Wert muss herausgestellt werden. Die Wechselzahl wird problematisiert. Kennzeichen von Optimums- und Sättigungskurven Durchführung von Experimenten zur Ermittlung von Enzym-eigenschaften an ausgewählten Beispielen.
Hemmung und Aktivierung von enzymatischen Reaktionen	• beschreiben und erklären mithilfe geeigneter Modelle Enzymaktivität und Enzymhemmung (E6).	- Gruppenarbeit	Wesentliche Textinformationen werden in einem begrifflichen Netzwerk zusammengefasst.

• kompetitive Hemmung, • allosterische (nicht kompetitive) Hemmung und Aktivierung • Substrat- und Endproduktthemmung		- Informationsmaterial zu Trypsin (allosterische Hemmung) und Allopurinol (kompetitive Hemmung) evtl. Kontext: Gicht Modelle	Die kompetitive Hemmung wird simuliert. Modelle zur Erklärung von Hemmvorgängen werden entwickelt.
Stoffwechsel und Energie • Anabolismus und Katabolismus • Energieumwandlung: ATP-ADP-System • Redoxreaktionen	• beschreiben die Bedeutung des ATP-ADP-Systems bei auf- und ab-bauenden Stoffwechselprozessen (S5, S6).		Zusammenhang zwischen auf- und abbauendem Stoffwechsel in einer Zelle Grundprinzip der energetischen Kopplung durch Energieüberträger einfache Modellvorstellungen zum ADP-ATP-System als Energieträger Redoxreaktion als Elektronenübertragungsreaktion, Donator-Akzeptor-Prinzip, Energieumsatz Herstellen eines Zusammenhangs von exergonischer Oxidation und Katabolismus sowie endergonischer Reduktion und Anabolismus Erläuterung des $(NADH+H^+)$-NAD^+-Systems und die Bedeutung von Reduktionsäquivalenten für den Stoffwechsel Vervollständigung des Schaubildes zum Zusammenhang von abbauendem und aufbauendem Stoffwechsel durch Ergänzung des $(NADH+H^+)$-NAD^+-Systems und des ATP-ADP-Systems. Dabei Herausstellung des Recyclings der Trägermoleküle und der Kopplung von Stoffwechselreaktionen
Leistungsüberprüfung: ggf. Klausur			

1.1.3 Übergeordnete Kompetenzerwartungen für die EF

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Sachkompetenz	
Biologische Sachverhalte betrachten	
	Die Schülerinnen und Schüler…
S 1	beschreiben elementare zellbiologische Sachverhalte und ihre Anwendungen sachgerecht,
S 2	strukturieren und erschließen elementare zellbiologische Phänomene und ihre Anwendungen auch mithilfe von Basiskonzepten,
S 3	erläutern elementare zellbiologische Sachverhalte, auch indem sie Basiskonzepte nutzen,
S 4	formulieren zu biologischen Phänomenen theoriegeleitet Hypothesen und Aussagen.
Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten	
	Die Schülerinnen und Schüler…
S 5	strukturieren und erschließen die Eigenschaften von Zellen auch mithilfe von Basiskonzepten,
S 6	stellen Vernetzungen zwischen Systemebenen dar,
S 7	erläutern Prozesse in und zwischen Zellen sowie zwischen Zellen und ihrer Umwelt.

Erkenntnisgewinnungskompetenz	
Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln	
	Die Schülerinnen und Schüler…
E 1	beschreiben Phänomene und Beobachtungen als Ausgangspunkte von Untersuchungen,
E 2	identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu zellbiologischen Sachverhalten,
E 3	stellen überprüfbare Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf.
Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen	
	Die Schülerinnen und Schüler…
E 4	planen Untersuchungen und Modellierungen hypothesengeleitet, führen sie durch und protokollieren sie,
E 5	berücksichtigen bei der Planung von Untersuchungen sowie Modellierungen das jeweilige Variablengefüge,
E 6	beschreiben die Bedeutung der Variablenkontrolle beim Experimentieren,
E 7	nehmen Daten auch mithilfe digitaler Werkzeuge auf und werten sie aus,
E 8	wenden Laborgeräte und -techniken sachgerecht und unter Berücksichtigung der Sicherheitsbestimmungen an.
Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren	
	Die Schülerinnen und Schüler…
E 9	finden in Daten Strukturen, Beziehungen und Trends, erklären diese theoriebezogen und ziehen Schlussfolgerungen,
E 10	beurteilen die Gültigkeit von Daten und nennen mögliche Fehlerquellen,
E 11	überprüfen die Hypothese,
E 12	erläutern Möglichkeiten und Grenzen von Modellen,
E 13	reflektieren die Methode der Erkenntnisgewinnung,
E 14	nutzen bei der Interpretation von Untersuchungsbefunden auch chemische und physikalische Grundkenntnisse.
Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren	
	Die Schülerinnen und Schüler…
E 15	stellen Möglichkeiten und Grenzen des Erkenntnisgewinnungsprozesses bei Fragestellungen zu lebenden Systemen dar,
E 16	beschreiben die Kriterien wissenschaftlicher Wissensproduktion (Evidenzbasierung, Theorieorientierung),
E 17	beschreiben Bedingungen und Eigenschaften biologischer Erkenntnisgewinnung.

Kommunikationskompetenz	
Informationen erschließen	
	Die Schülerinnen und Schüler…
K 1	recherchieren zu elementaren zellbiologischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus,
K 2	wählen relevante und aussagekräftige Informationen und Daten zu biologischen Sachverhalten aus und erschließen Informationen aus Quellen mit verschiedenen Darstellungsformen,
K 3	prüfen die Übereinstimmung verschiedener Quellen im Hinblick auf deren Aussagen,
K 4	analysieren Herkunft, Qualität und Vertrauenswürdigkeit von verwendeten Quellen und Medien im Zusammenhang mit der Intention der Autorin/des Autors.
Informationen aufbereiten	
	Die Schülerinnen und Schüler…
K 5	strukturieren ausgewählte Informationen und leiten Schlussfolgerungen ab,
K 6	unterscheiden zwischen Alltags- und Fachsprache,
K 7	beschreiben die Unterschiede zwischen ultimaten und proximaten Erklärungen,
K 8	beschreiben die Unterschiede zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen,
K 9	nutzen geeignete Darstellungsformen bei der Aufbereitung biologischer Sachinformationen,
K 10	verarbeiten sach-, adressaten- und situationsgerecht Informationen zu elementaren zellbiologischen Sachverhalten.
Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren	
	Die Schülerinnen und Schüler…
K 11	präsentieren Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien,
K 12	belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate,
K 13	tauschen sich mit anderen konstruktiv über biologische Sachverhalte auch in digitalen kollaborativen Arbeitssituationen aus,
K 14	argumentieren wissenschaftlich zu biologischen Sachverhalten und berücksichtigen dabei empirische Befunde.

Bewertungskompetenz	
Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen	
	Die Schülerinnen und Schüler…
B 1	reflektieren die Bewertungsrelevanz eines Sachverhalts,
B 2	betrachten Sachverhalte aus biologischer und ethischer Perspektive,
B 3	beschreiben die Unterschiede zwischen deskriptiven und normativen Aussagen,
B 4	benennen Werte, die normativen Aussagen zugrunde liegen,
B 5	beurteilen Quellen in Bezug auf spezifische Interessenlagen,
B 6	stellen Möglichkeiten und Grenzen biologischer Sichtweisen dar.
Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen	
	Die Schülerinnen und Schüler…
B 7	wenden Bewertungskriterien unter Beachtung von Normen und Werten an,
B 8	wägen anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen ab,
B 9	begründen die eigene Meinung kriteriengeleitet mit Sachinformationen und Werten.
Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren	
	Die Schülerinnen und Schüler…
B 10	reflektieren kurz- und langfristige Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen,
B 11	reflektieren den Prozess der Bewertung,
B 12	beurteilen und bewerten persönliche und gesellschaftliche Auswirkungen von Anwendungen der Biologie.

1.1.4 Konkretisierte Kompetenzerwartungen für die EF

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Die Schülerinnen und Schüler…

Sachkompetenz (S)	vergleichen den Aufbau von prokaryotischen und eukaryotischen Zellen	S1 S2 K1 K2 K9
	erklären Bau und Zusammenwirken der Zellbestandteile eukaryotischer Zellen und erläutern die Bedeutung der Kompartimentierung	S2 S5 K5 K10
	vergleichen einzellige und vielzellige Lebewesen und erläutern die jeweiligen Vorteile ihrer Organisationsform	S3 S6 E9 K7 K8
	erläutern Ursachen und Auswirkungen von Chromosomen- und Genommutationen	S1 S4 S6 E11 K8 K14
	erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation	S2 S5-7 K6
	beschreiben die Bedeutung des ATP-ADP-Systems bei auf- und abbauenden Stoffwechselprozessen	S5 S6
	erklären die Bedeutung der Homöostase des osmotischen Werts für zelluläre Funktionen und leiten mögliche Auswirkungen auf den Organismus ab	S4 S6 S7 K6 K10
Erkenntnisgewinnungskompetenz (E)	begründen den Einsatz unterschiedlicher mikroskopischer Techniken für verschiedene Anwendungsgebiete	S2 E2 E9 E16 K6
	analysieren differenzierte Zelltypen mithilfe mikroskopischer Verfahren	S5 E7 E8 E13 K10
	erläutern theoriegeleitet den prokaryotischen Ursprung von Mitochondrien und Chloroplasten	E9 K7
	erklären die Bedeutung der Regulation des Zellzyklus für Wachstum und Entwicklung	S1 S6 E2 K3
	wenden Gesetzmäßigkeiten der Vererbung auf Basis der Meiose bei der Analyse von Familienstammbäumen an	S6 E1-3 E11 K9 K13
	stellen den Erkenntniszuwachs zum Aufbau von Biomembranen durch technischen Fortschritt und Modellierungen an Beispielen dar	E12 E15-17
	erklären experimentelle Befunde zu Diffusion und Osmose mithilfe von Modellvorstellungen	E4 E8 E10-14
	entwickeln Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von verschiedenen Faktoren und überprüfen diese mit experimentellen Daten	E2 E3 E6 E9 E11 E14
	beschreiben und interpretieren Diagramme zu enzymatischen Reaktionen	E9 K6 K8 K11
	erklären die Regulation der Enzymaktivität mithilfe von Modellen	E5 E12 K8 K9
Bewertungskompetenz (B)	begründen die medizinische Anwendung von Zellwachstumshemmern (Zytostatika) und nehmen zu den damit verbundenen Risiken Stellung	S3 K13 B2 B6-9
	diskutieren kontroverse Positionen zum Einsatz von embryonalen Stammzellen	K1-4 B1-6 B10-12

1.1.5 Übersichtsraster zu den Unterrichtsvorhaben in der Q1 und Q2

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Qualifikationsphase 1_Grundkurs

Quartal	Unterrichtsvorhaben	Zugeordnete Themenfelder	Schwerpunkte des Kompetenzerwerbes	Klausur
Q1 1.1 **ca. 5 Std.** **ca. 18 Std.** **ca. 5 Std** **(ca. 10 Wo)**	• Katabolismus/ Anabolismus (UV I) • Fotosynthese (UV II) • Glucosestoffwechsel (UV III)	Stoffwechsel- physiologie	• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Biologische Sachverhalte betrachten (S) • Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) • Informationen aufbereiten (K) • Informationen erschließen (K) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)	Klausur 1/2
Q1 1.2 **ca. 6 Std.** **ca. 20 Std.** **(ca. 8 Wo)**	• Glucosestoffwechsel (UV III) • Informationsübertragung durch Nervenzellen (UV IV)	Stoffwechsel -physiologie Neurobiologie	• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)	Klausur 1/2
Q1 2.1 **ca. 16 Std.** **ca. 10 Std.** **(ca. 10 Wo)**	• Angepasstheit von Lebewesen an Umweltbedingungen (UV V) • Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften (UV VI)	Ökologie	• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E) • Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) • Informationen aufbereiten (K) • Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K) • Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)	Klausur 3/4
Q1 2.2 **ca. 10 Std.** **(ca. 8 Wo)**	• Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen (UV VII)	Ökologie	• Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) • Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) • Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)	Klausur 3/4

Qualifikationsphase 2_Grundkurs

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Quartal	Unterrichtsvorhaben	Zugeordnete Themenfelder	Schwerpunkte des Kompetenzerwerbes	Klausur
Q2 1.1 **ca. 27 Std.** **(ca. 10 Wo)**	• Speicherung und Expression genetischer Information (UVI)	Genetik und Evolution	• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Informationen aufbereiten (K)	Klausur 1/2
Q2 1.2 **ca. 8 Std.** **ca. 13 Std.** **(ca. 8 Wo)**	• Humangenetik und Gentherapie (UV II) • Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie (UV III)	Genetik und Evolution	• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) • Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B) • Biologische Sachverhalte betrachten (S) • Informationen aufbereiten (K)	Klausur 1/2
Q2 2.1 **ca. 20 Std.** **(ca. 12 Wo)**	• Stammbäume und Verwandtschaft (UV IV)	Genetik und Evolution	• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E) • Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) • Informationen aufbereiten (K)	Klausur 3

Qualifikationsphase 1_Leistungskurs

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Quartal	Unterrichtsvorhaben	Zugeordnete Themenfelder	Schwerpunkte des Kompetenzerwerbes	Klausur
Q1 1.1 **ca. 5 Std.** **ca. 24 Std.** **ca. 8 Std.** **ca. 10 Std.** **(10 Wo.)**	• Energieumwandlung in lebenden Systemen (UV I) • Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie (UV II) • Fotosynthese – natürliche und anthropogene Prozessoptimierung (UV III) • Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen (UV IV)	Stoffwechselphysiologie	• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Biologische Sachverhalte betrachten (S) • Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E) • Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) • Informationen aufbereiten (K) • Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) • Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B) • Informationen erschließen (K) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)	Klausur 1
Q1 1.2 **ca. 6 Std.** **ca. 18 Std.** **ca. 14 Std.** **(8Wo.)**	• Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen (UV IV) • Erregungsentstehung und Erregungsleitung an einem Neuron (UV V) • Informationsweitergabe über Zellgrenzen (UV VI)	Stoffwechselphysiologie Neurobiologie	• Informationen erschließen (K) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B) • Informationen aufbereiten (K)	Klausur 2
Q1 2.1 **ca. 22 Std.** **ca. 18 Std.** **(10 Wo.)**	• Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen (UV VII) • Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften (UV VIII)	Ökologie	• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E) • Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) • Informationen aufbereiten (K)	Klausur 3/4

Q1 2.2 **ca. 18 Std.** **(8 Wo.)**	• Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen (UV IX)		• Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) • Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) • Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)	Klausur 3/4

Qualifikationsphase 2_Leistungskurs

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Quartal	Unterrichtsvorhaben	Zugeordnete Themenfelder	Schwerpunkte des Kompetenzerwerbes	Klausur
Q2 1.1 **ca. 28 Std.** **ca. 20 Std.** **(10 Wo.)**	• DNA – Speicherung und Expression genetischer Information (UV I) • DNA – Regulation der Genexpression und Krebs (UV II)	Genetik und Evolution	• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Informationen aufbereiten (K) • Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)	Klausur 1
Q2 1.2 **ca. 18 Std.** **(8 Wo.)**	• Humangenetik, Gentechnik und Gentherapie (UV III)	Genetik und Evolution	• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) • Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)	Klausur 2
Q2 2 **ca. 20 Std.** **ca. 16 Std.** **ca. 10 Std.** **(12 Wo.)**	• Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie (UV IV) • Stammbäume und Verwandtschaft (UV V) • Humanevolution und kulturelle Evolution (UV VI)	Genetik und Evolution	• Biologische Sachverhalte betrachten (S) • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Informationen aufbereiten (K) • Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E) • Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)	Klausur 3

1.1.6 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben in der Qualifikationsphase 1_Grundkurs

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Unterrichtsvorhaben I: Energieumwandlung in lebenden Systemen

Kontext: Leben und Energie - Lebensvorgänge in Zellen können nur mit Energiezufuhr ablaufen

Inhaltsfeld: Stoffwechselphysiologie

Inhaltliche Schwerpunkte:
Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können…
- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)

Zeitbedarf: ca. 5 Std. à 45 Min.

Beiträge zu den Basiskonzepten:
Struktur und Funktion:
- Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse zeitgleich in einer Zelle.

Stoff- und Energieumwandlung:
- Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler …	Empfohlene Methoden/ Materialien/ Lernmittel	Mögliche Kontexte/ didaktisch-methodische Anmerkungen
• Energieumwandlung • Energieentwertung • Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel • ATP-ADP-System • Stofftransport zwischen den Kompartimenten	• stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9).	**Leitfrage: Wie wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in nutzbare Energie um?** AB aus weiterführenden Materialien [1]	• Reaktivierung des Vorwissens zur Energieumwandlung in lebenden Systemen (→ EF), insbesondere: Zusammenhang von abbauendem und aufbauendem Stoffwechsel, energetische Kopplung von Reaktionen, Bedeutung der Moleküle $NADH+H^+$ und ATP • Erarbeitung des Modells eines technischen Kraftwerks (z.B. Pumpspeicherkraftwerk) zur Verdeutlichung der Energieumwandlung, dabei Aktivierung von Vorwissen zum Energieerhaltungssatz (→ Physik Sek I)

• Chemiosmotische ATP-Bildung			• Beschreibung der grundlegenden Funktionsweise des Transmembranproteins ATP-Synthase in lebenden Systemen • Übertragung der Modellvorstellung des Pumpspeicherkraftwerkes auf die Zelle: Die elektrische Energie entspricht der chemischen Energie des ATP, die Turbine entspricht der ATP-Synthase [2]
Diagnose von Schülerkompetenzen: • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens Leistungsbewertung: • ggf. Klausur / Kurzvortrag			

Anmerkung: UV I kann auch integriert in UV II und UV III durchgeführt werden.

Weiterführende Materialien:

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

Unterrichtsvorhaben II: Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Kontext: Solarenergie sichert unsere Ernährung

Inhaltsfeld: Stoffwechselphysiologie

Inhaltliche Schwerpunkte:
Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel

Fachliche Verfahren: Chromatografie

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können…
- Biologische Sachverhalte betrachten (S)
- Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)
- Informationen aufbereiten (K)

Zeitbedarf: ca. 18 Std. à 45 Min.

Beiträge zu den Basiskonzepten:
Stoff- und Energieumwandlung:
- Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen

Individuelle und evolutive Entwicklung:
- Zelldifferenzierung bei fotosynthetisch aktiven Zellen

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler …	Empfohlene Methoden/ Materialien/ Lernmittel	Mögliche Kontexte/ didaktisch-methodische Anmerkungen
Funktionale Angepasstheiten: Blattaufbau	• erklären funktionale Angepasstheiten an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4, S5, S6, E3, K6–8).	**Leitfrage: Welche Blattstrukturen sind für die Fotosynthese von Bedeutung?** (ca. 4 Ustd.) kein wissenschaftliches Zeichnen des Blattaufbaus, evtl. Mikrofotografie (Mikroskop + Handy/ Tablet) → Vergleich zwischen Foto und schematischer Zeichnung → Identifizieren der Blattstrukturen mit Hilfe eines AB/Buches (Funktion von Palisaden- und Schwammgewebe)	**möglicher Kontext: Solarenergie sichert unsere Ernährung** • Aufbau eines Laubblatts, Erläuterung der morphologischen Strukturen, die für die Fotosyntheseaktivität von Landpflanzen bedeutend sind • Erläuterung von Struktur-Funktions-Zusammenhängen für unterschiedliche Gewebe im schematischen Blattquerschnitt, dabei Berücksichtigung der Versorgung fotosynthetisch aktiver

		evtl. Mikroskopie eines Abziehpräparats der unteren Blattepidermis (Funktion der Spaltöffnungen mit AB) Mikroskopie eines Quetschpräparates frischer Wasserpest → Identifizierung von Chloroplasten	Zellen mit Kohlenstoffdioxid, Wasser und Lichtenergie • Hypothesenbildung zur Regulation des Gasaustausches und der Transpiration durch Schließzellen [3] • Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zu Angepasstheiten von Sonnen- und Schattenblättern (E3), Auswertung von Daten zur Fotosyntheserate
Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren	• analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11)	**Leitfrage: Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von Pflanzen abhängig?** (ca. 4 Ustd.) AB mit Messdaten zur Fotosynthese (Einfluss von Temperatur, Licht und CO_2-Gehalt) Video zum Stärkenachweis in Blättern (Versuch mit panaschierten Blättern ist unrealistisch) evtl. Experimente oder Videos zur Sauerstoffproduktion (siehe weiterführende Materialien [1] und [2])	• Reaktivierung der Bruttogleichung der Fotosynthese (Sek I) und Beschreibung der Stärke- und Sauerstoffproduktion als ein Maß für die Fotosyntheseaktivität. • Messung der Sauerstoffproduktion bei der Wasserpest, z. B. mithilfe einer Farbreaktion [1] oder bei Efeu [2], dabei Variation der äußeren Faktoren und Berücksichtigung der Variablenkontrolle (E6) • Auswertung der Ergebnisse, Abgleich mit Literaturwerten und Rückbezug auf Hypothesen (E 9–11)
Funktionale Angepasstheiten: • Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum • Feinbau von Chloroplast • Chromatografie	• erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13).	**Leitfrage: Welche Funktionen haben Fotosynthesepigmente?** (3 Ustd.) Video zum Feinbau der Chloroplasten (Gida, Youtube, Studyfix) https://studyflix.de/biologie/chloroplasten-1991 https://simpleclub.com/lessons/biologie-chloroplast AB zu den Absorptions- und Wirkungsspektren der Blattfarbstoffe evtl. Engelmann-Versuch besprechen	• Herstellen eines Zusammenhangs zwischen dem Absorptionsspektrum einer Rohchlorophylllösung und dem Wirkungsspektrum der Fotosynthese • Sachgemäße Durchführung der DC-Chromatografie und Identifikation der Pigmente (E4) • Wiederholung des Feinbaus eines Chloroplasten und Verortung der Pigmente in der Thylakoidmembran • Reflexion des Erkenntnisgewinnungsprozesses (z.B. Einsatz analytischer Verfahren, historischer Experimente und

			Modelle) (E13)
• Chemiosmotische ATP-Bildung • Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen, • Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration • Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel	•	AB zu Lichtsammelkomplexen AB zu Fotolyse des Wassers AB zu ATP-Synthase → unterstützt mit Internetseite https://bio-clips.info/?page_id=1383 und Video https://www.youtube.com/watch?v=rBG4a7tAq64 AB lichtabhängige Reaktion AB schematischer Ablauf des Calvin-Zyklus	• Erstellung eines Übersichtsschemas für die Fotosynthese mit einer Unterteilung in Primärreaktion und Sekundärreaktion unter Berücksichtigung der Energieumwandlung von Lichtenergie in ATP und der Bildung von Glucose unter ATP-Verbrauch (K9) • Erläuterung der wesentlichen Vorgänge in der Lichtreaktion (Fotolyse des Wassers, Elektronentransport und Bildung von NADPH+ H^+) anhand eines einfachen Schaubildes • Erläuterung der Teilschritte des CALVIN-Zyklus, dabei Fokussierung auf die Kohlenstoffdioxidfixierung durch das Enzym Rubisco, das Recyclingprinzip von Energie- und Reduktionsäquivalenten sowie auf die Bedeutung zyklischer Prozesse • Vervollständigung des Übersichtsschemas zur Veranschaulichung des stofflichen und energetischen Zusammenhangs der Teilreaktionen • Darstellung des Zusammenwirkens von Chloroplasten und Mitochondrien in einer Pflanzenzelle für die Aufrechterhaltung der Lebensvorgänge in einer Pflanzenzelle
Diagnose von Schülerkompetenzen: • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens Leistungsbewertung: • ggf. Klausur			

Weiterführende Materialien:

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

Unterrichtsvorhaben III: Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Kontext: Keine Energie ohne Nahrung

Inhaltsfeld: Stoffwechselphysiologie

Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können… • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Informationen erschließen (K) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) **Zeitbedarf:** ca. 11 Std. à 45 Min.	**Beiträge zu den Basiskonzepten:** Struktur und Funktion: • Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse zeitgleich in einer Zelle. Stoff- und Energieumwandlung: • Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen Steuerung und Regelung: • Negative Rückkopplung in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler …	Empfohlene Methoden/ Materialien/ Lernmittel	Mögliche Kontexte/ didaktisch-methodische Anmerkungen

• Feinbau Mitochondrium
 	
• Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse
  • oxidative Decarboxylierung,
  • Tricarbonsäurezyklus
  • Atmungskette
 	
• Redoxreaktionen
	• stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9).	**Leitfrage: Wie kann die Zelle durch den schrittweisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen?**
		(ca. 8 Ustd.)
		
		AB zu Glykolyse
		
		Unterstützendes Videomaterial:
		https://studyflix.de/biologie/zellatmung-2154
		
		https://studyflix.de/biologie/glykolyse-2139
			• Reaktivierung des Vorwissens zum Feinbau von Mitochondrien und Skizze eines Schaubildes mit den wesentlichen Schritten der Zellatmung und deren Verortung in Zellkompartimenten, sukzessive Ergänzung des Schaubildes im Verlauf des Unterrichts (K9)
			• Beschreibung der Glykolyse als ersten Schritt des Glucoseabbaus, dabei Fokussierung auf die Entstehung von Energie- und Reduktionsäquivalenten sowie die Oxidation zu Pyruvat als Endprodukt der Glykolyse
			• Beschreibung des oxidativen Abbaus von Pyruvat zu Kohlenstoffdioxid in den

		https://studyflix.de/biologie/oxidative-decarboxylierung-2153 https://studyflix.de/biologie/citratzyklus-2143 https://studyflix.de/biologie/atmungskette-2144	Mitochondrien durch oxidative Decarboxylierung und die Prozesse im Tricarbonsäurezyklus, dabei Fokussierung auf die Reaktionen, in denen Reduktionsäquivalente und ATP gebildet werden • Aufstellung einer Gesamtbilanz aus den ersten drei Schritten und Abgleich mit der Bruttogleichung der Zellatmung **Hinweis:** Strukturformeln der Zwischenprodukte müssen nicht reproduziert werden können. • Veranschaulichung des Elektronentransports in der Atmungskette und des Protonentransports durch die Membran anhand einer vereinfachten Darstellung (K9) • Analyse der Bedeutung der Verfügbarkeit von Sauerstoff als Endakzeptor der Elektronen und $NADH+H^+$ als Elektronendonator zur Aufrechterhaltung des Protonengradienten • Aufstellen einer Gesamtbilanz der Zellatmung (K9)
• Stoffwechselregulation auf Enzymebene	• erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels (S7, E1–4, E11, E12). • nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1–4, B5, B7, B9).	**Leitfrage: Wie beeinflussen Nahrungsergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel?** (ca. 3 Ustd.)	• Reaktivierung des Vorwissens zu enzymatischen Reaktionen und der Enzymregulation durch Aktivatoren und Inhibitoren unter Verwendung einfache, modellhafter Abbildungen (→EF) • Reaktivierung der Kenntnisse zu Cofaktoren am Beispiel von Mineralstoff- oder Vitaminpräparaten als Nahrungsergänzungsmittel [3] • angeleitete Recherche zu NEM beim Sport, hierbei besondere Fokussierung auf Quellenherkunft und Intention der Autoren (K4) [5]

			• Bewertungsprozess: Abwägung von Handlungsoptionen und kriteriengeleitete Meinungsbildung sowie Entscheidungsfindung (B9) [5]
Leistungsbewertung: ggf. Klausur			

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6086	In dieser alternativen Unterrichtssequenz werden die gleichen Inhaltlichen Schwerpunkte und konkretisierten Kompetenzerwartungen des KLP angesteuert, jedoch wird mit der Erarbeitung der Vorgänge in der Atmungskette in die Zellatmung eingestiegen.
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6053	Sachinformationen zum Aufbau von Enzymen, Begriffsbestimmungen (Apoenzym, Cofaktor etc.)
3	https://www.klartext-nahrungsergaenzung.de https://www.klartext-nahrungsergaenzung.de/produkte/sport	Unabhängige und informative Seite der Verbraucherzentrale zu Nahrungsergänzungsmitteln, z.B. im Sport
4	https://www.verbraucherzentrale.de/ernaehrungskompetenzen-im-sport	Seminarbausteine der Verbraucherzentrale Sachsen. Modul 6 beinhaltet umfassende Informationen, eine PPT-Präsentation und Arbeitsblätter zum Thema Nahrungsergänzungsmittel im Sport

Unterrichtsvorhaben IV: Informationsübertragung durch Nervenzellen

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Kontext:

Inhaltsfeld: Neurobiologie

Inhaltliche Schwerpunkte:
Grundlagen der Informationsverarbeitung

Fachliche Verfahren: Potenzialmessungen

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können…
- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)
- Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)

Zeitbedarf: ca. 20 Std. à 45 Min.

Beiträge zu den Basiskonzepten:
Struktur und Funktion:
- Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Transmitter und Rezeptorprotein

Stoff- und Energieumwandlung:
- Energiebedarf des neuronalen Systems

Information und Kommunikation:
- Codierung und Decodierung von Information an Synapsen

Steuerung und Regelung:
- Positive Rückkopplung bei der Entstehung von Aktionspotenzialen

Individuelle und evolutive Entwicklung:
- Zelldifferenzierung am Beispiel der Myelinisierung von Axonen bei Wirbeltieren

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler …	Empfohlene Methoden/ Materialien/ Lernmittel	Mögliche Kontexte/ didaktisch-methodische Anmerkungen
• Bau und Funktionen von Nervenzellen	• erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12).	**Leitfrage: Wie ermöglicht die Struktur eines Neurons die Aufnahme und Weitergabe von Informationen?** (ca. 12 Ustd.)	• strukturellen Merkmale einer Nervenzelle hinsichtlich der Gliederung in Dendriten, Soma, Axon, Synapse • Darstellung des Zusammenhangs von Struktur und Funktion [1]
• Ruhepotenzial	• entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Aufrechterhaltung und Beeinflussung des Ruhepotenzials (S4, E3).	Video: www.youtube.com/watch?v=lqq6lu3WouY + AB	• Klärung der Bedeutung der Ladungsverteilung an der Axonmembran unter Berücksichtigung des chemischen und elektrischen Potenzials, z. B. am

• Aktionspotential • Potentialmessung	• erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14).	evtl. Versuch zu Potentialdifferenz → unterschiedlich konzentrierte Salz-Lösungen erzeugen eine Spannung AB zum Aktionspotential, Verdeutlichung des Verfahrens der Potentialmessung mit Mikroelektroden	Beispiel Gemeiner Kalmar (*Loligo vulgaris*) • Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials und Erläuterung der Bedeutung von Natrium-Kalium-Ionenpumpen • Erläuterung der Veränderungen der Ionenverteilung an der Membran beim Wechsel vom Ruhe- zum Aktionspotenzial, Phasen des Aktionspotenzials, korrekte Verwendung der Fachsprache • Beschreibung einer Versuchsanordnung zur Untersuchung von Potenzialänderungen an Neuronen • begründete Zuordnung von molekularen Vorgängen an der Axonmembran zu den passenden Kurven-Diagrammen (Potenzialmessung) [4, 5] • Auswertung eines Experiments zur Erforschung oder Beeinflussung des Aktionspotenzials, z. B. durch Blockade der spannungsgesteuerten Ionenkanäle
• kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung	• vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an (S6, E1–3).	„Modell-Experiment“ mit Dominosteinen und Strohhalmen AB → sehr schöne Abb. bei Wikipedia → saltatorische Erregungsleitung Abb. 5	• Beschreibung des Phänomens der unterschiedlich schnellen Schmerzwahrnehmung, Aufstellen einer Forschungsfrage und Hypothesenbildung [7] • Erarbeitung der zwei grundsätzlichen Möglichkeiten einer Steigerung der Weiterleitungsgeschwindigkeit, z. B. anhand einer Datentabelle: Erhöhung des Axondurchmessers (Bsp. *Loligo vulgaris*) oder Myelinisierung
• Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse	• erklären die Erregungsübertragung an einer Synapse und erläutern die Auswirkungen exogener Substanzen (S1, S6, E12, K9, B1, B6)	**Leitfrage: Wie erfolgt die Informationsweitergabe zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese beeinflusst werden?** (ca. 8 Ustd.)	**Kontext: Funktionsweise von Synapsen und deren Beeinflussung (z. B. durch Botox)**

	• erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14)	AB, Video, Stopp-Motion-Film oder Fließschema zur Funktionsweise der Synapse AB Wirkort von Synapsengiften oder anderen exogenen Substanzen an der Synapse Expertenpuzzle: Analyse von Fallbeispielen vergifteter Personen	• Modellhafte Darstellung der Funktionsweise einer chemischen Synapse und Überführung in eine andere Darstellungsform, z. B. Stopp-Motion-Film oder Fließschema [9] • Vertiefung der Funktion einer neuromuskulären Synapse durch Erarbeitung der Einwirkung von z. B. Botox, Berücksichtigung von Messwerten an einer unbehandelten und einer behandelten Synapse • Zuordnung des möglichen Wirkortes verschiedener exogener Stoffen an der Synapse, Bsp. Conotoxine [10]
• Stoffeinwirkung an Synapsen	• nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9)		**Kontext: Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung** • Vorstellung der Wirkungsweise des Cannabinoids THC Hinweis: auf eine detaillierte Darstellung der molekularen Wirkungsweise von Cannabis soll verzichtet werden. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellungnahme. • Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können [11, 12, 13]
Diagnose von Schülerkompetenzen: **Leistungsbewertung:** Klausur			

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8273	Arbeitsmaterial „Bau und Funktion von Neuronen“
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8268	Arbeitsmaterial „Ruhepotenzial - Theoretische Modellexperimente (Ussing-Kammer)“
3	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6081	Zusatzmaterial „Experiment Reaktionstest“
4	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366	Arbeitsmaterial „Entstehung eines Aktionspotenzials“
5	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6082	Zusatzmaterial „Aktionspotenzial“
6	https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/get-TaskFile?id=p10^SchmerzgN^f20767	IQB-Aufgabe „Schmerz“: grundlegendes Niveau (M1 und M3)
7	https://www.dasgehirn.info/krankheiten/schmerz/wie-schmerz-ins-gehirn-gelangt	Informationen zur Schmerzwahrnehmung
8	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366	Arbeitsmaterial zur Erregungsweiterleitung
9	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5369	Arbeitsmaterial zur Funktionsweise einer chemischen Synapse
10	https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/get-TaskFile?id=p01^giftcocktailmeeresschnecke^f21794	IQB-Aufgabe „Giftcocktail von Meeresschnecken“
11	https://www.ndr.de/ratgeber/gesundheit/Cannabis-Wirksames-Medikament-bei-chronischen-Schmerzen,cannabis212.html	Informationen und kurzer Film zu Cannabis in der Schmerztherapie
12	https://www.kssg.ch/schmerzzentrum/fuer-patienten-besucher/faq-cannabis-der-schmerztherapie	FAQ des Kantonsspitals St. Gallen zur Schmerztherapie mit Cannabis
13	https://www.bfarm.de/SharedDocs/Downloads/DE/Bundesopiumstelle/Canna-bis/Vortrag_Cannabis_Begleiterhebung.pdf?__blob=publicationFile	Hintergrundinformationen zu Cannabis als Medizin aus der Begleiterhebung zum Gesetz von 2017
14	https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getPool-File?id=p01^pf21740	Erläuterungen des IQB zum Kompetenzbereich Bewertung

Unterrichtsvorhaben V: Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Kontext:

Inhaltsfeld: Ökologie

Inhaltliche Schwerpunkte:
Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen

Fachliches Verfahren: Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können…
- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)
- Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)
- Informationen aufbereiten (K)

Zeitbedarf: ca. 16 Std. à 45 Min.

Beiträge zu den Basiskonzepten:
Struktur und Funktion:
- Kompartimentierung in Ökosystemebenen

Steuerung und Regelung:
- Positive und negative Rückkopplung ermöglichen Toleranz

Individuelle und evolutive Entwicklung:
- Angepasstheit an abiotische und biotische Faktoren

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler …	Empfohlene Methoden/ Materialien/ Lernmittel	Mögliche Kontexte/ didaktisch-methodische Anmerkungen
• Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren	• erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem (S5–7, K8).	**Leitfrage: Wie ist ein Ökosystem aufgebaut?** (ca. 3 Ustd.) evtl. Unterrichtsgang (verschiedene Ökosysteme untersuchen), Protokolle AB Aufbau eines Ökosystems	**Kontext: Biosphäre II – Ein Leben auf dem Mars** Zentrale Unterrichtssituationen: • Reaktivierung des Vorwissens zu zentralen Begriffen der Ökologie (→ SI) • Darstellung des Wirkungsgefüges von Umweltfaktoren, Lebensvorgängen und Wechselbeziehungen von Lebewesen

			im gewählten Modellökosystem mit Hilfe einer Concept Map • Präsentation zentraler Fragestellungen und Forschungsgebiete der Ökologie
• Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven - steno- und eurytherm sowie stenöke und euryöke Arten - physiologische Potenz	• untersuchen auf der Grundlage von Daten die physiologische und ökologische Potenz von Lebewesen (S7, E1-3, E9, E13).	**Leitfrage: Wie beeinflussen abiotische Faktoren die Verbreitung von Lebewesen?** (ca. 5 Ustd.) ggf. Experimente zur Temperaturtoleranz mit Mehlwürmern oder Asseln; Messergebnisse mit Hilfe eines Tabellenkalkulationsprogrammes grafisch darstellen und auswerten MKR 1.2 Arbeitsblätter	• Herstellung eines Zusammenhangs zwischen einer langfristigen standortspezifischen Verfügbarkeit/ Intensität eines Umweltfaktors und den entsprechenden Angepasstheiten bei Tieren • Interpretation von Toleranzkurzen eurythermer und stenothermer Lebewesen. • Erklärung der unterschiedlichen physiologischen Temperaturtoleranz ausgewählter Lebewesen unter Berücksichtigung des Basiskonzepts Steuerung und Regelung • Erweiterung des Konzepts der physiologischen Toleranz durch die Analyse von Daten aus Mehrfaktorenexperimenten, kritische Betrachtung der Übertragbarkeit der in Laborversuchen gewonnenen Daten auf die Situation im Freiland (E13)
• Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz • Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische Potenz • Ökologische Nische	• analysieren die Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- und interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6–K8). • erläutern die ökologische Nische als Wirkungsgefüge (S4, S7, E17, K7, K8).	**Leitfrage: Was passiert, wenn zwei Arten um die gleichen Ressourcen konkurrieren?** (ca. 5 Ustd.) Arbeitsblätter	• Erläuterung des Konkurrenzbegriffs am Beispiel der intra- und der interspezifischen Konkurrenz, z. B. von Baumarten oder Gräsern in Mono- und Mischkultur (S7) • Erklärung der ökologischen Potenz mit dem Zusammenwirken von physiologischer Toleranz und der Konkurrenzstärke um Ressourcen (E9, K6–8) • Erläuterung des Konzepts der „ökologischen Nische“ als Wirkungsgefüge aller biotischen und abiotischen Faktoren, die das Überleben der Art ermöglichen (vertiefende Erarbeitung der Merkmale

			interspezifischer Beziehungen → UV 2 Ökologie) • Herausstellen der Mehrdimensionalität des Nischenmodells und der Erklärung der Einnischung (K7, E17)
• Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen • Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal	• bestimmen Arten in einem ausgewählten Areal und begründen ihr Vorkommen mit dort erfassten ökologischen Faktoren (E3, E4, E7¬–9, E15, K8). • analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14).	**Leitfrage: Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden?** (ca. 3 Ustd.) evtl. Exkursion/ Unterrichtsgang auf eine Sukzessionsfläche, in den Wald oder auf eine Wiese → Bestimmung von (Zeiger-)Arten mit Hilfe von Bestimmungsbüchern oder einer Bestimmungsapp Recherche zur Bedeutung von Zeigerarten	**Kontext: Fettwiese oder Magerrasen? – Zeigerpflanzen geben Aufschluss über den Zustand von Ökosystemen** • Erfassung von Arten auf einer schulnahen Wiese unter Verwendung eines Bestimmungsschlüssels (ggf. digital) und Recherche der Zeigerwerte dominanter Arten, Aufstellen von Vermutungen zur Bodenbeschaffenheit (E3, E4, E7–9) [1] • Sensibilisierung für den Zusammenhang von Korrelation und Kausalität (K8) und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses (E15) • Internetrecherche zur ökologischen Problematik von intensiver Grünlandbewirtschaftung (Fettwiesen), Begründung von Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen von heimischen, artenreichen Magerwiesen (K11–14) [2,3]
Diagnose von Schülerkompetenzen: Leistungsbewertung: ggf. Klausur			

Weiterführende Materialien:

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

Unterrichtsvorhaben VI: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Kontext:

Inhaltsfeld: Ökologie

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

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können…
- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Informationen aufbereiten (K)
- Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)
- Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)

Zeitbedarf: ca. 10 Std. à 45 Min.

Beiträge zu den Basiskonzepten:
Struktur und Funktion:
- Kompartimentierung in Ökosystemebenen

Individuelle und evolutive Entwicklung:
- Angepasstheit an abiotische und biotische Faktoren

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler …	Empfohlene Methoden/ Materialien/ Lernmittel	Mögliche Kontexte/ didaktisch-methodische Anmerkungen
• Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz - Konkurrenzausschluss und -vermeidung - Parasitismus - Symbiose - Mutualismus - Räuber-Beute-Beziehungen	• analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6-K8).	Arbeitsblätter Simulation zur Räuber-Beute-Beziehung bzw. allgemein biotischen Wechselbeziehungen, z.B. https://www.imaginary.org/applets/five-mpe-experiences-web/Wator/WatorEN.html oder Marienkäfer-Blattläuse-Spiel	• Beschreibung der charakteristischen Merkmale von Konkurrenz, Räuber-Beute-Beziehung, Parasitismus, Mutualismus und Symbiose an aussagekräftigen Beispielen. • Analyse der Angepasstheiten ausgewählter interagierenden Arten auf morphologischer und physiologischer Ebene, z. B. bei Symbiose (K7) • Analyse von Daten zu Wechselwirkungen und Bildung von Hypothesen zur vorliegenden Beziehungsform [1], Reflexion der Datenerfassung (z. B. Diskrepanz

		Analyse von Messdaten zu Wachstumsmodellen (exponentielles, lineares und logistisches Wachstum) Referate zu Symbiose/Parasitismus	zwischen Labor- und Freilandbedingungen, Methodik) (E9)
• Ökosystemmanagement: • nachhaltige Nutzung • kritische Betrachtung von Pestizideinsatz in der Landwirtschaft • Bedeutung und Erhalt der Biodiversität	• erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10).	Podiumsdiskussion zum Thema Nachhaltigkeit Arbeitsmaterial bzw. Internetrecherchen	**Kontext: Pestizideinsatz in der Landwirtschaft** • Analyse eines Fallbeispiels zur chemischen Schädlingsbekämpfung mit Pestizideinsatz (K12) • Erläuterung des Konflikts zwischen ökonomisch rentabler Umweltnutzung und Biodiversitätsschutz beim Einsatz von Pestiziden in der Landwirtschaft und Diskussion von Handlungsoptionen als Privatverbraucher (K14, B2, B5, B10) [2]
Diagnose von Schülerkompetenzen: • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens Leistungsbewertung: ggf. Klausur			

Weiterführende Materialien:

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

Unterrichtsvorhaben VII: Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Kontext:

Inhaltsfeld: Ökologie

Inhaltliche Schwerpunkte:
Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, aufbauender Stoffwechsel, Fachliche Verfahren

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können…
- Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)
- Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)
- Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)
- Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)

Zeitbedarf: ca. 10 Std. à 45 Min.

Beiträge zu den Basiskonzepten:
Struktur und Funktion:
- Kompartimentierung in Ökosystemebenen

Stoff- und Energieumwandlung:
- Stoffkreisläufe in Ökosystemen

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler …	Empfohlene Methoden/ Materialien/ Lernmittel	Mögliche Kontexte/ didaktisch-methodische Anmerkungen
• Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz	• analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoff-kreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5).	**Leitfrage: In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften durch Energiefluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbindung?** (ca. 4 Ustd.) AB Nahrungsnetz und Trophieebenen AB Energiefluss im Ökosystem	• Betrachtung eines komplexen Nahrungsnetzes, Fokussierung auf die Stabilität artenreicher Netze und Hypothesenbildung zur begrenzten Anzahl an Konsumentenordnungen (S4) • Erläuterung der Bedeutung der einzelnen Trophieebenen in Stoffkreisläufen • Interpretation der Unterschiede der Stoffspeicherung und des Stoffflusses in terrestrischen und aquatischen Systemen

			anhand von Biomassepyramiden und Produktionswertpyramiden (K5, E14) • Interpretation von grafischen Darstellungen zum Energiefluss in einem Ökosystem unter Berücksichtigung des ökologischen Wirkungsgrads der jeweiligen Trophieebene • Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der modellhaften Darstellungen (E12)
• Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf		**Leitfragen: Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant?** (ca. 2 Ustd.) Internetrecherche zum Kohlenstoffkreislauf und anthropogenen Treibhauseffekt	• Darstellung der Austauschwege im Kohlenstoffkreislauf zwischen den Sphären der Erde (Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre, Biosphäre) [2,3] • Unterscheidung von langfristigem und kurzfristigem Kohlenstoffkreislauf und Erläuterung der Umweltschädlichkeit von fossilen Energiequellen in Bezug auf die Erderwärmung (E14)
• Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts	• erläutern geografische, zeitliche und soziale Auswirkungen des anthropogen bedingten Treibhauseffektes und entwickeln Kriterien für die Bewertung von Maßnahmen (S3, E16, K14, B4, B7, B10, B12).	**Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden?** (ca. 3 Ustd.)	• Darstellung der Austauschwege im Kohlenstoffkreislauf zwischen den Sphären der Erde (Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre, Biosphäre) [2,3] • Unterscheidung von langfristigem und kurzfristigem Kohlenstoffkreislauf und Erläuterung der Umweltschädlichkeit von fossilen Energiequellen in Bezug auf die Erderwärmung (E14)

Weiterführende Materialien:

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

1.1.7 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben in der Qualifikationsphase 2_Grundkurs

Unterrichtsvorhaben I: DNA – Speicherung und Expression genetischer Information

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Kontext:

Inhaltsfeld: Genetik und Evolution

Inhaltliche Schwerpunkte:
Molekulargenetische Grundlagen des Lebens

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können…
- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)
- Informationen aufbereiten (K)

Zeitbedarf: ca. 27 Std. à 45 Min.

Beiträge zu den Basiskonzepten:
Struktur und Funktion:
- Kompartimentierung bei der eukaryotischen Proteinbiosynthese

Stoff- und Energieumwandlung:
- Energiebedarf am Beispiel von DNA-Replikation und Proteinbiosynthese

Information und Kommunikation:
- Codierung und Decodierung von Information bei der Proteinbiosynthese

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler …	Empfohlene Methoden/ Materialien/ Lernmittel	Mögliche Kontexte/ didaktisch-methodische Anmerkungen
• Speicherung und Realisierung genetischer Information: Bau der DNA • semikonservative Replikation	• leiten ausgehend vom Bau der DNA das Grundprinzip der semikonservativen Replikation aus experimentellen Befunden ab (S1, E1, E9, E11, K10).	**Leitfrage: Wie wird die identische Verdopplung der DNA vor einer Zellteilung gewährleistet?** (ca. 6 Ustd.) AB Diagramme und Abb. zum DNA-Aufbau (z.B. DNA-Bausteine mit Größenverhältnissen, H-Brücken, Chargaff-Experiment, Röntgenaufnahme der DNA von Watson und Crick) + DNA-Puzzle AB semikonservative Replikation	• Erstellung eines Baustein-Modells zur Erklärung der Struktur der DNA [1; 4] • Hypothesengeleitete Auswertung des MESELSON-STAHL-Experimentes zur Erklärung des Replikationsmechanismus und Erläuterung der experimentellen Vorgehensweise [2]

• genetischer Code • Transkription • Spleißen • Translation	• erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6).	**Leitfrage: Wie wird die genetische Information der DNA zu Genprodukten bei Prokaryoten umgesetzt?** (ca. 12 Ustd.) Auswertung von experimentellen Untersuchungen/ Daten zum genetischen Code evtl. Simulation von Verschlüsselungsmethoden über verschiedene Code-systeme (Morsealphabet/ Braille- Blindenschrift) und Ableitung der Eigenschaften des genetischen Codes ggf. Lernvideo „Transkription“ unterstützende Videos zur Proteinbiosynthese Arbeitsblätter	• Erarbeitung des Problems der Codierung bzw. Decodierung von Informationen auf DNA-Ebene, RNA-Ebene und Proteinebene (Bezug zum Basiskonzept Information und Kommunikation und auch Struktur und Funktion) • Erstellung eines Fließschemas zum grundsätzlichen Ablauf der Proteinbiosynthese unter Berücksichtigung der DNA-, RNA-, Polypeptid- und Proteinebene zur Strukturierung der Informationen • Erarbeitung der Eigenschaften des genetischen Codes und Anwendung der Codesonne • Erläuterung des Ablaufs der Transkription z. B. anhand einer Animation • Erläuterung modellhafter Darstellungen der Genstruktur (Exons/Introns), Prozessierung der prä-mRNA zur reifen mRNA sowie alternatives Spleißen, posttranslationale Modifikation • Erläuterung des Vorgangs der Translation • Berücksichtigung des Energiebedarfs der Proteinbiosynthese (Bezug zum Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung) • Begründung der Verwendung des Begriffs Genprodukt anhand der Gene für tRNA und rRNA • Erstellung einer kriteriengeleiteten Tabelle zum Vergleich der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten
• Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Genmutationen	• erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8).	**Leitfrage: Wie können sich Veränderungen der DNA auf die Genprodukte und den Phänotyp auswirken?** (ca. 5 Ustd.)	• Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zur Ursache der Resistenz unter Berücksichtigung der verschiedenen Systemebenen (molekulare Ebene bis Ebene des Organismus)

		Arbeitsblätter	• Ableitung der verschiedenen Typen von Genmutationen unter Berücksichtigung der molekularen Ebenen (DNA, RNA, Protein) sowie der phänotypischen Auswirkungen auf Ebene der Zelle bzw. des Organismus (Einbezug der Basiskonzepte Struktur und Funktion und Information und Kommunikation) • Reflexion der Ursache-Wirkungsbeziehungen unter sprachsensiblem Umgang mit funktionalen und kausalen Erklärungen

• Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten:
  • Transkriptionsfaktoren
  • Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung
	• erklären die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren und DNA-Methylierung (S2, S6, E9, K2, K11).	**Leitfrage: Wie wird die Genaktivität bei Eukaryoten gesteuert?** (ca. 4 Ustd.)
		
		AB Epigenetik + Film
		
		AB DNA-Methylierung
			• Erkennen der unterschiedlichen Protein- und RNA-Ausstattung verschiedener menschlicher Zelltypen und Begründung der Phänomene durch zellspezifische Regulation der Genaktivität
			• Erläuterung der Bedeutung von allgemeinen und spezifischen Transkriptionsfaktoren für die Transkriptionsrate und der zellspezifischen Reaktion auf extrazelluläre Signale wie etwa Myostatin zur Regulation des Muskelwachstums (Basiskonzept Steuerung und Regelung)
			• Erstellung von Modellen zur Bedeutung epigenetischer Marker (DNA-Methylierung) und kriteriengeleitete Diskussion der Modellierungen [ggf. 6]
			• Reflexion des Zusammenspiels der verschiedenen Ebenen der Genregulation bei Eukaryoten unter Bezügen zu den Basiskonzepten Stoff- und Energieumwandlung sowie Steuerung und Regelung

Leistungsbewertung: • KLP-Überprüfungsform: „Beurteilungsaufgabe“ • Ggf. Klausur			

Weiterführende Materialien

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

Unterrichtsvorhaben II: Humangenetik und Gentherapie

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Kontext:

Inhaltsfeld: Genetik und Evolution

Inhaltliche Schwerpunkte: Molekulargenetische Grundlagen des Lebens **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können… • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) • Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B) **Zeitbedarf:** ca. 8 Std. à 45 Min.	**Beiträge zu den Basiskonzepten:** Information und Kommunikation: • Codierung und Decodierung von Information bei der Proteinbiosynthese Steuerung und Regelung: • Prinzip der Homöostase bei der Regulation der Genaktivität

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler …	Empfohlene Methoden/ Materialien/ Lernmittel	Mögliche Kontexte/ didaktisch-methodische Anmerkungen

• Genetik menschlicher Erkrankungen:
  • Familienstammbäume,
  • Gentest und Beratung
 	
• Gentherapie
	• analysieren Familienstammbäume und leiten daraus mögliche Konsequenzen für Gentest und Beratung ab (S4, E3, E11, E15, K14, B8).
	• bewerten Nutzen und Risiken einer Gentherapie beim Menschen (S1, K14, B3, B7–9, B11).
		Leitfrage: Welche Bedeutung haben Familienstammbäume für die genetische Beratung betroffener Familien? (ca. 5 Ustd.)
		
		• Checkliste zum methodischen Vorgehen bei einer Stammbaumanalyse.
		
		• Exemplarische Beispiele von Familienstammbäumen, z.B. Selbstlernplattform von Mallig
		
		• Arbeitsblätter
			• Analyse verschiedener Erbgänge anhand des Ausschlussverfahrens
			• Reflexion der gewonnenen Erkenntnisse und Begründung der Anwendung von Gentests zur Verifizierung der Ergebnisse
			• Entwicklung von Handlungsoptionen im Beratungsprozess und Abwägen der Konsequenzen für die Betroffenen
			
			• Beschreibung der Unterschiede zwischen somatischer Gentherapie und Keimbahntherapie beim Menschen bei Unterscheidung deskriptiver und normativer Aussagen

		Leitfrage: Welche ethischen Konflikte treten im Zusammenhang mit gentherapeutischen Behandlungen beim Menschen auf? (ca. 3 Ustd.) evtl. Podiumsdiskussion zur somatischen Gentherapie	• Ableitung von Nutzen und Risiken bei somatischer Gentherapie und Keimbahntherapie für Individuum und Gesellschaft, Aufstellen von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen • Reflexion des Bewertungsprozesses aus persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Perspektive
Diagnose von Schülerkompetenzen: • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens **Leistungsbewertung:** Ggf. Klausur			

Weiterführende Materialien:

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

Unterrichtsvorhaben III: Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Kontext:

Inhaltsfeld: Genetik und Evolution

Inhaltliche Schwerpunkte:
Entstehung und Entwicklung des Lebens

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können…
- Biologische Sachverhalte betrachten (S)
- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Informationen aufbereiten (K)

Zeitbedarf: ca. 13 Std. à 45 Min.

Beiträge zu den Basiskonzepten:
Individuelle und evolutive Entwicklung:
- Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler …	Empfohlene Methoden/ Materialien/ Lernmittel	Mögliche Kontexte/ didaktisch-methodische Anmerkungen

• Synthetische Evolutionstheorie:
  • Mutation/ Rekombination, Variation
  • Selektion
  • Gendrift
  • adaptiver Wert von Verhalten
	• begründen die Veränderungen im Genpool einer Population mit der Wirkung der Evolutionsfaktoren (S2, S5, S6, K7).
	
	• erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8).
		Leitfrage: Wie lassen sich Veränderungen im Genpool von Populationen erklären? (ca. 13 Ustd.)
		
		evtl. Filmanalyse „Wozu dient Sex in der Evolution?“
		
		Simulation zur Selektion:
		http://www.vinckensteiner.com/museum/evolution-in-aktion/tarnung.php
		
		oder
		
		https://heliconius.org/evolving_butterflies/
			Kontext: Schnabelgrößen bei Populationen von Vögeln (z. B. beim Mittleren Grundfink oder Purpurastrilden)
			• Formulierung von Fragen zur Entwicklung der Merkmalsverteilung bei den Schnabelgrößen und Ableitung von Hypothesen zu den möglichen Ursachen
			• Erklärung der Variation durch Mutation und Rekombination und der Verschiebung der Merkmalsverteilung in der Population durch Selektion
			• Analyse der Bedeutung von Zufallsereignissen wie Gendrift und ihrem Einfluss auf die Allelenvielfalt von Populationen

• Kosten-Nutzen-Analyse, • reproduktive Fitness • Koevolution		→ Simulationen können hinsichtlich der Kosten-Nutzen-Analyse als Diskussionsgrundlage genutzt werden AB Selektionsmechanismen und Fitnessfunktion AB Gendrift bei z.B. Blauen Eidechsen vor Capri oder weißen Wallabys	• Erläuterung der Zusammenhänge zwischen den Veränderungen von Merkmalsverteilungen auf phänotypischer Ebene und den Verschiebungen von Allelfrequenzen auf genetischer Ebene
Diagnose von Schülerkompetenzen: • „Hot Potatoes"-Quiz zur Selbstkontrolle, • KLP-Überprüfungsform: „Beobachtungsaufgabe" **Leistungsbewertung:** • KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe			

Weiterführende Materialien:

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

Unterrichtsvorhaben IV: Stammbäume und Verwandtschaft

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Kontext:

Inhaltsfeld: Genetik und Evolution

Inhaltliche Schwerpunkte:
Entstehung und Entwicklung des Lebens

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können…
- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)
- Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)
- Informationen aufbereiten (K)

Zeitbedarf: ca. 16 Std. à 45 Min.

Beiträge zu den Basiskonzepten:
Individuelle und evolutive Entwicklung:
- Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler …	Empfohlene Methoden/ Materialien/ Lernmittel	Mögliche Kontexte/ didaktisch-methodische Anmerkungen

• Stammbäume und Verwandtschaft:
  • Artbildung,
  • Biodiversität,
  • morphologischer, biologischer und populationsgenetischer Artbegriff,
  • Isolation
  • allo- und sympatrische Artbildung
	• erklären Prozesse des Artwandels und der Artbildung mithilfe der Synthetischen Evolutionstheorie (S4, S6, S7, E12, K6, K7)	**Leitfrage: Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen?** (ca. 8 Ustd.)
		
		AB Artkonzepte
		
		Expertenpuzzle Isolationsmechanismen
		
		Darstellen eines Artbildungsprozesses mit allen relevanten Evolutionsfaktoren an
			Kontext: Kontext: Vielfalt der Finken auf den Galapagos-Inseln
			• Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zur Evolution der Darwin-Finken unter Verwendung der Fachsprache
			• Erläuterung der adaptiven Radiation der Finkenarten auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung des Konzepts der ökologischen Nische sowie der Vernetzung verschiedener Systemebenen

• prä- und postzygotische Barrieren		einem ausgewählten Beispiel (z.B. Kolibriarten)	• Ableitung des morphologischen, biologischen und populationsgenetischen Artbegriffs und Anwendung auf Prozesse der allopatrischen und sympatrischen Artbildung • Erläuterung der Bedeutung prä- und postzygotischer Isolationsmechanismen

• molekularbiologische Homologien
 	
• Stammbäume
  • Innen- und Außengruppe
  • ursprüngliche und abgeleitete Merkmale
  • Maximum-likelihood-Methode
	• deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8)
	
	• analysieren phylogenetische Stammbäume im Hinblick auf die Verwandtschaft von Lebewesen und die Evolution von Genen (S4, E2, E10, E12, K9, K11).
	
	• deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8).
		Leitfrage: Wie werden Stammbäume in der Evolution erstellt, um Verwandtschaftsbeziehungen zu verdeutlichen? (6 Ustd.)
		
		AB Erstellung von Stammbäumen in der Evolution
		
		Analyse von Stammbäumen an einem ausgewählten Beispiel → Welche Aussagen kann man einem Stammbaum entnehmen bzgl. der Verwandtschaft, divergenten und konvergenten Entwicklungen
			Kontext: Universalhomologien und genetische Variabilität – ein Widerspruch?
			• Ableitung der molekularen Ähnlichkeiten aller Lebewesen auf DNA-, RNA- und Proteinebene sowie in Bezug auf grundsätzliche Übereinstimmungen bei der Proteinbiosynthese
			• Deutung molekularbiologischer Homologien bei konservierten Genen einerseits und sehr variablen Genen andererseits bei Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen
			• Ableitung phylogenetischer Verwandtschaften auf Basis des Sparsamkeitsprinzips und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen

• Synthetische Evolutionstheorie: Abgrenzung von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen	• begründen die Abgrenzung der Synthetischen Evolutionstheorie gegen nicht-naturwissenschaftliche Positionen und nehmen zu diesen Stellung (E15–E17, K4, K13, B1, B2, B5).	**Leitfrage: Wie lässt sich die Synthetische Evolutionstheorie von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen abgrenzen**? (ca. 2 Ustd.)	
Diagnose von Schülerkompetenzen: **Leistungsbewertung:** ggf. Klausur			

1.1.8 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben in der Qualifikationsphase 1_Leistungskurs

Unterrichtsvorhaben I: Energieumwandlung in lebenden Systemen

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Kontext: Leben und Energie - Lebensvorgänge in Zellen können nur mit Energiezufuhr ablaufen

Inhaltsfeld: Stoffwechselphysiologie

Inhaltliche Schwerpunkte:
Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können…
- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)

Zeitbedarf: ca. 5 Std. à 45 Min.

Beiträge zu den Basiskonzepten:
Struktur und Funktion:
- Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse zeitgleich in einer Zelle.

Stoff- und Energieumwandlung:
- Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler …	Empfohlene Methoden/ Materialien/ Lernmittel	Mögliche Kontexte / didaktisch-methodische Anmerkungen
• Energieumwandlung • Energieentwertung • Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel • ATP-ADP-System • Stofftransport zwischen den Kompartimenten	• stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9).	**Leitfrage: Wie wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in nutzbare Energie um?** AB aus weiterführenden Materialien [1]	• Reaktivierung des Vorwissens zur Energieumwandlung in lebenden Systemen (→ EF), insbesondere: Zusammenhang von abbauendem und aufbauendem Stoffwechsel, energetische Kopplung von Reaktionen, Bedeutung der Moleküle NADH+H$^+$ und ATP • Erarbeitung des Modells eines technischen Kraftwerks (z.B. Pumpspeicherkraftwerk) zur Verdeutlichung der Energieumwandlung, dabei Aktivierung von Vorwissen zum Energieerhaltungssatz (→ Physik Sek I)

• Chemiosmotische ATP-Bildung			• Beschreibung der grundlegenden Funktionsweise des Transmembranproteins ATP-Synthase in lebenden Systemen • Übertragung der Modellvorstellung des Pumpspeicherkraftwerkes auf die Zelle: Die elektrische Energie entspricht der chemischen Energie des ATP, die Turbine entspricht der ATP-Synthase [2]
Diagnose von Schülerkompetenzen: • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens Leistungsbewertung: • ggf. Klausur / Kurzvortrag			

Anmerkung: UV I kann auch integriert in UV II und UV III durchgeführt werden.

Weiterführende Materialien:

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

Unterrichtsvorhaben II: Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Kontext: Solarenergie sichert unsere Ernährung

Inhaltsfeld: Stoffwechselphysiologie

Inhaltliche Schwerpunkte:
Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel

Fachliche Verfahren: Chromatografie und Tracer-Methode

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können…
- Biologische Sachverhalte betrachten (S)
- Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)
- Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)
- Informationen aufbereiten (K)

Zeitbedarf: ca. 24 Std. à 45 Min.

Beiträge zu den Basiskonzepten:
Stoff- und Energieumwandlung:
- Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen

Individuelle und evolutive Entwicklung:
- Zelldifferenzierung bei C_3- und C_4-Pflanzen

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler …	Empfohlene Methoden/ Materialien/ Lernmittel	Mögliche Kontexte / didaktisch-methodische Anmerkungen
• Funktionale Angepasstheiten: Blattaufbau C3-Pflanzen	• erklären funktionale Angepasstheiten an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4, S5, S6, E3, K6–8).	**Leitfrage: Welche Blattstrukturen sind für die Fotosynthese von Bedeutung?** (ca. 4 Ustd.) kein wissenschaftliches Zeichnen des Blattaufbaus, evtl. Mikrofotografie (Mikroskop + Handy/ Tablet) → Vergleich zwischen Foto und schematischer Zeichnung → Identifizieren der Blattstrukturen mit Hilfe eines	**möglicher Kontext: Solarenergie sichert unsere Ernährung** • Aufbau eines Laubblatts, Erläuterung der morphologischen Strukturen, die für die Fotosyntheseaktivität von Landpflanzen bedeutend sind • Erläuterung von Struktur-Funktions-Zusammenhängen für unterschiedliche Gewebe im schematischen Blattquerschnitt, dabei Berücksichtigung der

		AB/Buches (Funktion von Palisaden- und Schwammgewebe) evtl. Mikroskopie eines Abziehpräparats der unteren Blattepidermis (Funktion der Spaltöffnungen mit AB) Mikroskopie eines Quetschpräparates frischer Wasserpest → Identifizierung von Chloroplasten	Versorgung fotosynthetisch aktiver Zellen mit Kohlenstoffdioxid, Wasser und Lichtenergie • Hypothesenbildung zur Regulation des Gasaustausches und der Transpiration durch Schließzellen [3] • Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zu Angepasstheiten von Sonnen- und Schattenblättern (E3), Auswertung von Daten zur Fotosyntheserate • ggf. Korrektur finaler Erklärungen der Angepasstheiten (K7)
• Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren	• analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11)	**Leitfrage: Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von Pflanzen abhängig?** (ca. 4 Ustd.) AB mit Messdaten zur Fotosynthese (Einfluss von Temperatur, Licht und CO_2-Gehalt) Video zum Stärkenachweis in Blättern (Versuch mit panaschierten Blättern ist unrealistisch) evtl. Experimente oder Videos zur Sauerstoffproduktion (siehe weiterführende Materialien [1] und [2])	• Beschreibung der Stärke- und Sauerstoffproduktion als ein Maß für die Fotosyntheseaktivität. • Messung der Sauerstoffproduktion bei der Wasserpest, z. B. mithilfe einer Farbreaktion [1] oder bei Efeu [2], dabei Variation der äußeren Faktoren und Berücksichtigung der Variablenkontrolle (E6) • Auswertung der Ergebnisse, Abgleich mit Literaturwerten und Rückbezug auf Hypothesen (E 9–11)
Funktionale Angepasstheiten: • Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum • Feinbau von Chloroplast • Lichtsammelkomplexe • Chromatografie	• erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13).	**Leitfrage: Welche Funktionen haben Fotosynthesepigmente?** (3 Ustd.) Video zum Feinbau der Chloroplasten (Gida, Youtube, Studyfix) https://studyflix.de/biologie/chloroplasten-1991 https://simpleclub.com/lessons/biologie-chloroplast	• Herstellen eines Zusammenhangs zwischen dem Absorptionsspektrum einer Rohchlorophylllösung und dem Wirkungsspektrum der Fotosynthese • Sachgemäße Durchführung der DC-Chromatografie und Identifikation der Pigmente (E4) • Wiederholung des Feinbaus eines Chloroplasten und Verortung der Pigmente in der Thylakoidmembran • Reflexion des Erkenntnisgewinnungs-

		AB zu den Absorptions- und Wirkungsspektren der Blattfarbstoffe AB zu Lichtsammelkomplexen evtl. Engelmann-Versuch besprechen	prozesses (z.B. Einsatz analytischer Verfahren, historischer Experimente und Modelle) (E13)
• Chemiosmotische ATP-Bildung • Energetisches Modell der Lichtreaktionen • Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen, • Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration • Tracer-Methode • Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel	• vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11). • erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der Fotosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht (S2, S7, E2, K9) • werten durch die Anwendung von Tracermethoden erhaltene Befunde zum Ablauf mehrstufiger Reaktionswege aus (S2, E9, E10, E15).	**Leitfrage: Wie erfolgt die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie?** (ca. 12 Ustd.) AB zu Fotolyse des Wassers AB zu ATP-Synthase → unterstützt mit Internetseite https://bio-clips.info/?page_id=1383 und Video https://www.youtube.com/watch?v=rBG4a7tAq64 AB lichtabhängige Reaktion AB schematischer Ablauf des Calvin-Zyklus	• Erstellung eines Übersichtsschemas für die Fotosynthese mit einer Unterteilung in Primärreaktion und Sekundärreaktion unter Berücksichtigung der Energieumwandlung von Lichtenergie in ATP und der Bildung von Glucose unter ATP-Verbrauch (K9) • Beschreibung des Emerson-Effekts anhand eines Diagramms zur Fotsyntheseleistung bei unterschiedlichen Wallenlängen • Erläuterung der wesentlichen Vorgänge in der lichtabhängigen Reaktion der Fotosynthese (Fotolyse des Wassers, Elektronentransport und Bildung von NADPH+ H^+) anhand eines einfachen Schaubildes • Erläuterung der Teilschritte des CALVIN-Zyklus, dabei Fokussierung auf die Kohlenstoffdioxidfixierung durch das Enzym Rubisco, das Recyclingprinzip von Energie- und Reduktionsäquivalenten sowie auf die Bedeutung zyklischer Prozesse • Erläuterung des Tracer- Experiments von CALVIN und BENSON zur Aufklärung der Synthesereaktion und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen der gewonnenen Erkenntnisse (E10, E15) • Darstellung des Zusammenwirkens von Chloroplasten und Mitochondrien in einer Pflanzenzelle für die Aufrecht-

			erhaltung der Lebensvorgänge in einer Pflanzenzelle
Diagnose von Schülerkompetenzen: • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens Leistungsbewertung: • ggf. Klausur			

Weiterführende Materialien:

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

Unterrichtsvorhaben III: Fotosynthese – natürliche und anthropogene Prozessoptimierung

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Kontext:

Inhaltsfeld: Stoffwechselphysiologie

Inhaltliche Schwerpunkte:
Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können…
- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)
- Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)

Zeitbedarf: ca. 8 Std. à 45 Min.

Beiträge zu den Basiskonzepten:
Stoff- und Energieumwandlung:
- Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen

Individuelle und evolutive Entwicklung:
- Zelldifferenzierung bei C_3- und C_4-Pflanzen

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler …	Empfohlene Methoden/ Materialien/ Lernmittel	Mögliche Kontexte / didaktisch-methodische Anmerkungen
• Funktionale Angepasstheiten: Blattaufbau C4-Pflanzen • Stofftransport zwischen Kompartimenten • fakultativ: Vergleich verschiedener Fotosyntheseformen inclusive CAM	• vergleichen die Sekundärvorgänge bei C_3- und C_4- Pflanzen und erklären diese mit der Angepasstheit an unterschiedliche Standortfaktoren (S1, S5, S7, K7),	**Leitfrage: Welche morphologischen und physiologischen Angepasstheiten ermöglichen eine effektive Fotosynthese an heißen und trockenen Standorten?** (ca. 4 Ustd.) AB	**möglicher Kontext: Verhungern oder Verdursten? – Angepasstheiten bei Mais und Hirse** • Erläuterung der Standortfaktoren von C_4-Pflanzen, Hypothesenbildung zu Angepasstheiten, auch unter Berücksichtigung der höheren FS-Leistung • Identifizierung der anatomischen Unterschiede im schematischen Blattquerschnitt von C_3- und C_4-Pflanzen und Beschreibung der physiologischen Unterschiede

			• Erläuterung der höheren Fotosyntheseleistung der C_4-Pflanzen an warmen, trockenen Standorten, dabei Fokussierung auf die unterschiedliche CO_2-Affinität der Enzyme PEP-Carboxylase und Rubisco
• Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen	• beurteilen und bewerten multiperspektivisch Zielsetzungen einer biotechnologisch optimierten Fotosynthese im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung (E17, K2, K13, B2, B7, B12)	**Leitfrage: Inwiefern können die Erkenntnisse aus der Fotosyntheseforschung zur Lösung der weltweiten CO2-Problematik beitragen?** (ca. 4 Ustd.) AB oder Unterrichtsgespräch	**Kontext: Künstliche Fotosynthese – eine Maßnahme gegen den Klimawandel?** • angeleitete Recherche zu einem Entwicklungsprozess der künstlichen Fotosynthese mit den Zielen der Fixierung überschüssigen Kohlenstoffdioxids und der Produktion nachhaltiger Rohstoffe (K2) [1,2] • Diskussion des Sachverhalts „biotechnologisch optimierte Fotosynthese“, Erkennen unterschiedlicher Interessen und ethischer Fragestellungen (B2) • Bewertung der Zielsetzungen aus ökologischer, ökonomischer, politischer und sozialer Perspektive (B12)
Diagnose von Schülerkompetenzen: • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens Leistungsbewertung: • ggf. Klausur			

Weiterführende Materialien:

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

Unterrichtsvorhaben IV: Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Kontext: Keine Energie ohne Nahrung

Inhaltsfeld: Stoffwechselphysiologie

Inhaltliche Schwerpunkte:
Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können…
- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)
- Informationen erschließen (K)
- Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)

Zeitbedarf: ca. 16 Std. à 45 Min.

Beiträge zu den Basiskonzepten:
Struktur und Funktion:
- Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse zeitgleich in einer Zelle.

Stoff- und Energieumwandlung:
- Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen

Steuerung und Regelung:
- Negative Rückkopplung in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler …	Empfohlene Methoden/ Materialien/ Lernmittel	Mögliche Kontexte / didaktisch-methodische Anmerkungen
• Feinbau Mitochondrium • Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse - oxidative Decarboxylierung, - Tricarbonsäurezyklus - Atmungskette • Energetisches Modell der Atmungskette • Redoxreaktionen	• stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben und anaeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9). • vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11).	**Leitfrage: Wie kann die Zelle durch den schrittweisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen?** (ca. 8 Ustd.) AB zu Glykolyse Unterstützendes Videomaterial: https://studyflix.de/biologie/zellatmung-2154 https://studyflix.de/biologie/glykolyse-2139	• Reaktivierung des Vorwissens zum Feinbau von Mitochondrien und Skizze eines Schaubildes mit den wesentlichen Schritten der Zellatmung und deren Verortung in Zellkompartimenten, sukzessive Ergänzung des Schaubildes im Verlauf des Unterrichts (K9) • Beschreibung der Glykolyse als ersten Schritt des Glucoseabbaus, dabei Fokussierung auf die Entstehung von Energie- und Reduktionsäquivalenten sowie die Oxidation zu Pyruvat als Endprodukt der Glykolyse

		https://studyflix.de/biologie/oxidative-decarboxylierung-2153 https://studyflix.de/biologie/citratzyklus-2143 https://studyflix.de/biologie/atmungskette-2144	• Beschreibung des oxidativen Abbaus von Pyruvat zu Kohlenstoffdioxid in den Mitochondrien durch oxidative Decarboxylierung und die Prozesse im Tricarbonsäurezyklus, dabei Fokussierung auf die Reaktionen, in denen Reduktionsäquivalente und ATP gebildet werden • Aufstellung einer Gesamtbilanz aus den ersten drei Schritten und Abgleich mit der Bruttogleichung der Zellatmung **Hinweis:** Strukturformeln der Zwischenprodukte müssen nicht reproduziert werden können. • Vertiefung des Feinbaus von Mitochondrien bezüglich der Proteinausstattung der inneren Mitochondrienmembran • Veranschaulichung der Redoxreaktionen und des Gefälles der Redoxpotenziale in einem energetischen Modell der Atmungskette (E12) • Analyse der Bedeutung der Verfügbarkeit von Sauerstoff als Endakzeptor der Elektronen und $NADH+H^+$ als Elektronendonator zur Aufrechterhaltung des Protonengradienten • Gesamtbilanz der Zellatmung (K9)
• Alkoholische Gärung und Milchsäuregärung	• stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben und anaeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9),	**Leitfrage: Welche Bedeutung haben Gärungsprozesse für die Energiegewinnung?** (ca. 2 Ustd.)	**Kontext: Pasteur-Effekt: Höherer Glucoseverbrauch von Hefezellen unter anaeroben Bedingungen** • Problematisierung der Auswirkungen von Sauerstoffmangel auf die Glykolyse: Regeneration des NAD^+ bleibt aus (fehlender Endakzeptor für Elektronen in der Atmungskette) • Erläuterung der Stoffwechselreaktionen der alkoholischen Gärung und Milchsäuregärung und deren Bedeutung für die Regeneration von NAD^+

• Stoffwechselregulation auf Enzymebene	• erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels (S7, E1–4, E11, E12). • nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1–4, B5, B7, B9).	**Leitfrage: Wie beeinflussen Nahrungsergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel?** (ca. 6 Ustd.)	• Reaktivierung des Vorwissens zu enzymatischen Reaktionen und der Enzymregulation durch Aktivatoren und Inhibitoren unter Verwendung einfache, modellhafter Abbildungen (→EF) • Anwendung des Konzepts der enzymatischen Regulation auf ausgewählte enzymatische Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels (z.B. Feedbackhemmung der Phosphofructokinase) (E12) • Reaktivierung der Kenntnisse zu Cofaktoren am Beispiel von Mineralstoff- oder Vitaminpräparaten als Nahrungsergänzungsmittel (NEM) [2] • angeleitete Recherche zu NEM beim Sport, hierbei besondere Fokussierung auf Quellenherkunft und Intention der Autoren (K4) [4] • Bewertungsprozess: Abwägung von Handlungsoptionen und kriteriengeleitete Meinungsbildung sowie Entscheidungsfindung (B9) [4]
Leistungsbewertung: ggf. Klausur			

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6086	In dieser alternativen Unterrichtssequenz werden die gleichen Inhaltlichen Schwerpunkte und konkretisierten Kompetenzerwartungen des KLP angesteuert, jedoch wird mit der Erarbeitung der Vorgänge in der Atmungskette in die Zellatmung eingestiegen.
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6053	Sachinformationen zum Aufbau von Enzymen, Begriffsbestimmungen (Apoenzym, Cofaktor etc.)
3	https://www.klartext-nahrungsergaenzung.de https://www.klartext-nahrungsergaenzung.de/produkte/sport	Unabhängige und informative Seite der Verbraucherzentrale zu Nahrungsergänzungsmitteln, z.B. im Sport

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
4	https://www.verbraucherzentrale.de/ernaehrungskompetenzen-im-sport	Seminarbausteine der Verbraucherzentrale Sachsen. Modul 6 beinhaltet umfassende Informationen, eine PPT-Präsentation und Arbeitsblätter zum Thema Nahrungsergänzungsmittel im Sport.

Unterrichtsvorhaben V: Erregungsentstehung und Erregungsleitung an einem Neuron

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Kontext:

Inhaltsfeld: Neurobiologie

Inhaltliche Schwerpunkte:	**Beiträge zu den Basiskonzepten:**
Grundlagen der Informationsverarbeitung Fachliche Verfahren: Potenzialmessungen, neurophysiologische Verfahren **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können… • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B) **Zeitbedarf:** ca. 18 Std. à 45 Min.	Struktur und Funktion: • Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Transmitter und Rezeptorprotein Stoff- und Energieumwandlung: • Energiebedarf des neuronalen Systems Steuerung und Regelung: • Positive Rückkopplung bei der Entstehung von Aktionspotenzialen Individuelle und evolutive Entwicklung: • Zelldifferenzierung am Beispiel der Myelinisierung von Axonen bei Wirbeltieren

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** **Die Schülerinnen und Schüler …**	**Empfohlene Methoden/ Materialien/ Lernmittel**	**Mögliche Kontexte / didaktisch-methodische Anmerkungen**
• Bau und Funktionen von Nervenzellen	• erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12).	**Leitfrage: Wie ermöglicht die Struktur eines Neurons die Aufnahme und Weitergabe von Informationen?** (ca. 12 Ustd.)	• strukturellen Merkmale einer Nervenzelle hinsichtlich der Gliederung in Dendriten, Soma, Axon, Synapse • Darstellung des Zusammenhangs von Struktur und Funktion [1]
• Ruhepotenzial	• entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Aufrechterhaltung und Beeinflussung des Ruhepotenzials (S4, E3).	Video: www.youtube.com/watch?v=lqq6lu3WouY + AB evtl. Versuch zu Potentialdifferenz → unterschiedlich konzentrierte Salz-Lösungen erzeugen eine Spannung	• Klärung der Bedeutung der Ladungsverteilung an der Axonmembran unter Berücksichtigung des chemischen und elektrischen Potenzials, z. B. am Beispiel Gemeiner Kalmar (*Loligo vulgaris*)

• Aktionspotential • neurophysiologische Verfahren, Potentialmessung	• erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge und stellen die Anwendung eines zugehörigen neurophysiologischen Verfahrens dar (S3, E14).	AB zum Aktionspotential, Verdeutlichung des Verfahrens der Potentialmessung mit Mikroelektroden	• Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials und Erläuterung der Bedeutung von Natrium-Kalium-Ionenpumpen • Erläuterung der Veränderungen der Ionenverteilung an der Membran beim Wechsel vom Ruhe- zum Aktionspotenzial, Phasen des Aktionspotenzials, korrekte Verwendung der Fachsprache • Beschreibung einer Versuchsanordnung zur Untersuchung von Potenzialänderungen an Neuronen • begründete Zuordnung von molekularen Vorgängen an der Axonmembran zu den passenden Kurven-Diagrammen (Potenzialmessung) [4, 5] • Auswertung eines Experiments zur Erforschung oder Beeinflussung des Aktionspotenzials, z. B. durch Blockade der spannungsgesteuerten Ionenkanäle
• kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung	• vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an (S6, E1–3).	„Modell-Experiment“ mit Dominosteinen und Strohhalmen AB → sehr schöne Abb. bei Wikipedia → saltatorische Erregungsleitung Abb. 5	• Beschreibung des Phänomens der unterschiedlich schnellen Schmerzwahrnehmung, Aufstellen einer Forschungsfrage und Hypothesenbildung [7] • Erarbeitung der zwei grundsätzlichen Möglichkeiten einer Steigerung der Weiterleitungsgeschwindigkeit, z. B. anhand einer Datentabelle: Erhöhung des Axondurchmessers (Bsp. *Loligo vulgaris*) oder Myelinisierung
• Störungen des neuronalen Systems	• analysieren die Folgen einer neuronalen Störung aus individueller und gesellschaftlicher Perspektive (S3, K1–4, B2, B6).	**Leitfrage: Wie kann eine Störung des neuronalen Systems die Informationsweitergabe beeinflussen?** (ca. 2 Ustd.)	**Möglicher Kontext: Multiple Sklerose als Beispiel für eine neurodegenerative Erkrankung** • Erarbeitung des Krankheitsbildes: Autoimmunerkrankung, bei der die Myelinscheiden im ZNS zerstört werden [9]

		Internetrecherche zu MS oder einer anderen neurodegenerativen Erkrankung	• Analyse der Folgen einer neurodegenerativen Erkrankung für Individuum und Gesellschaft (B2, B6)

• primäre und sekundäre Sinneszelle
  • Rezeptorpotenzial
  • Signaltransduktion
  • Codierung der Reizstärke über Frequenzmodulation (kann auch erst nach der Synapse behandelt werden)
	• erläutern das Prinzip der Signaltransduktion bei primären und sekundären Sinneszellen (S2, K6, K10).	**Leitfrage: Wie werden Reize aufgenommen und zu Signalen umgewandelt?** (ca. 4 Ustd.)
		
		AB Riechsinneszelle und Signaltransduktion
		
		AB Geschmacksinn
		
		AB Codierung von Reizen (Frequenzmodulation)
			Kontext: Das sieht aber lecker aus!“ – Sinneszellen und ihre adäquaten Reize
			• Sensibilisierung für die biologischen Voraussetzungen einer Reizaufnahme und die damit verbundenen Einschränkungen der Wahrnehmung
			• Erarbeitung der Entstehung eines Rezeptorpotenzials in einer primären Sinneszelle (z. B. einer Riechsinneszelle), Darstellung der Signaltransduktion, die zur Auslösung von Aktionspotenzialen führt
			• Vergleich der Funktionsweise mit einer sekundären Sinneszelle, z. B. einer Geschmackssinneszelle
			• Hypothesenbildung zur Codierung der Reizstärke, Visualisierung der Zusammenhänge zwischen Reizstärke, Rezeptorpotenzial und Frequenz der Aktionspotenziale

Diagnose von Schülerkompetenzen: **Leistungsbewertung:** Klausur			

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8273	Arbeitsmaterial „Bau und Funktion von Neuronen“
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8268	Arbeitsmaterial „Ruhepotenzial - Theoretische Modellexperimente (Ussing-Kammer)“
3	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6081	Zusatzmaterial „Experiment Reaktionstext“

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
4	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366	Arbeitsmaterial „Entstehung eines Aktionspotenzials“
5	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6082	Zusatzmaterial „Aktionspotenzial“
6	https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/get-TaskFile?id=p10^SchmerzgN^f20767	IQB-Aufgabe „Schmerz“: grundlegendes Niveau (M1 und M3)
7	https://www.dasgehirn.info/krankheiten/schmerz/wie-schmerz-ins-gehirn-gelangt	Informationen zur Schmerzwahrnehmung
8	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366	Arbeitsmaterial zur Erregungsweiterleitung
9	https://www.dasgehirn.info/krankheiten/multiple-sklerose/multiple-sklerose	Informationsfilm zur Erarbeitung des Krankheitsbildes von MS

Unterrichtsvorhaben VI: Informationsweitergabe über Zellgrenzen

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Kontext:

Inhaltsfeld: Neurobiologie

Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlagen der Informationsverarbeitung, neuronale Plastizität **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können… • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Informationen aufbereiten (K) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) **Zeitbedarf:** ca. 20 Std. à 45 Min.	**Beiträge zu den Basiskonzepten:** Struktur und Funktion: • Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Transmitter und Rezeptorprotein Stoff- und Energieumwandlung: • Energiebedarf des neuronalen Systems Information und Kommunikation: • Codierung und Decodierung von Information an Synapsen

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** **Die Schülerinnen und Schüler …**	**Empfohlene Methoden/ Materialien/ Lernmittel**	**Mögliche Kontexte/ didaktisch-methodische Anmerkungen**
• Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse	• erklären die Erregungsübertragung an einer Synapse und erläutern die Auswirkungen exogener Substanzen (S1, S6, E12, K9, B1, B6) • erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge und stellen die Anwendung eines zugehörigen neurophysiologischen Verfahrens dar (S3, E14).	**Leitfrage: Wie erfolgt die Erregungsleitung vom Neuron zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese beeinflusst werden?** (ca. 8 Ustd.) AB, Video, Stopp-Motion-Film oder Fließschema zur Funktionsweise der Synapse	**Kontext: Funktionsweise von Synapsen und deren Beeinflussung (z. B. durch Botox)** • Modellhafte Darstellung der Funktionsweise einer erregenden Synapse (z.B. cholinerge Synapse [1] • Vertiefung der Funktion einer neuromuskulären Synapse durch Erarbeitung der Einwirkung von z. B. Botox, Berücksichtigung von Messwerten an einer unbehandelten und einer behandelten Synapse
• synaptische Integration: - Funktion einer hemmenden Synapse	• erläutern die Bedeutung der Verrechnung von Potenzialen für die Erregungsleitung	AB Hemmende Synapse mit Ableitung des Aktionspotentials	**Kontext: Warum hilft Kratzen gegen Juckreiz?**

- räumliche und zeitliche Summation	(S2, K11).	AB Synaptische Integration	• Vergleich von erregender und hemmender Synapse sowie Verrechnung von EPSP und IPSP (z. B. anhand des Modells einer Glühlampe, die abhängig vom Füllstand der leitenden Flüssigkeit leuchtet [2]) • Auswertung von Potenzialdarstellungen hinsichtlich der Verrechnung von Potenzialen [3,4] • Anwendung der Hemmung am Beispiel der Linderung des Juckreizes durch Kratzen [5]
• Stoffeinwirkung an Synapsen	• nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9)	Internetrecherche und Podiumsdiskussion zu Cannabis oder Synapsengifte: Expertenpuzzle zu verschiedenen Synapsengiften	**Kontext: Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung** • Vorstellung der Wirkungsweise des Cannabinoids THC Hinweis: auf eine detaillierte Darstellung der molekularen Wirkungsweise von Cannabis soll verzichtet werden. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellungnahme. Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können [11, 12, 13]
• Zelluläre Prozesse des Lernens	• erläutern die synaptische Plastizität auf der zellulären Ebene und leiten ihre Bedeutung für den Prozess des Lernens ab (S2, S6, E12, K1).	**Leitfrage: Wie kann Lernen auf neuronaler Ebene erklärt werden?** (ca. 4 Ustd.) evtl. Experimente zu Gedächtnis und Lerntypen (Zusammenhang zwischen Wiederholung und Lernerfolg, Einfluss von Ablenkung auf erfolgreiches Lernen) Internetrecherche und Erstellen eines interaktiven Lernplakats (digital oder analog) zu Gedächtnis (explizit, prozedural,	**Kontext: Lernen verändert das Gehirn** • Erarbeitung der synaptischen Plastizität auf zellulärer Ebene als aktivitätsabhängige Änderung der Stärke der synaptischen Übertragung (S6, E12, K1) [10] • Erläuterung der Modellvorstellung vom Lernen durch Plastizität des neuronalen Netzwerks (Bahnung) und Ableitung von Strategien für den eigenen Lernprozess: Strukturierung und Kontextualisierung, Wiederholung, Nutzung verschiedener

		semantisch usw.) und Gedächtnismodellen (z.B. nach Markowitsch)	Eingangskanäle (multisensorisch, v.a. Visualisierung), Belohnung [11] •
• Hormone: Hormonwirkung, Verschränkung hormoneller und neuronaler Steuerung	• beschreiben die Verschränkung von hormoneller und neuronaler Steuerung am Beispiel der Stressreaktion (S2, S6).	**Leitfrage: Wie wirken neuronales System und Hormonsystem bei der Stressreaktion zusammen?** (ca. 2 Ustd.) AB	**Kontext: Körperliche Reaktionen auf Schulstress** • Erarbeitung der wesentlichen Merkmale des hormonellen Systems beim Menschen • Vergleich der Unterschiede zwischen dem neuronalen und dem hormonellen System und Ableitung der Verschränkung beider Systeme [12] • ggf. Vertiefung durch Recherche der Bedeutung von Eustress oder der Bedeutung von Entspannungsphasen z. B. in Prüfungszeiten
Diagnose von Schülerkompetenzen: **Leistungsbewertung:** Klausur			

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5369	Arbeitsmaterial zur Funktionsweise einer chemischen Synapse
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6083	Zusatzmaterial „Modell zur neuronalen Verrechnung“
3	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5452	Arbeitsmaterial „Neuronale Informationsverarbeitung“
4	https://asset.klett.de/assets/3df4d75/Neuronale-Verschaltung.pdf	Arbeitsblatt zur neuronalen Verschaltung und Verrechnung
5	https://www.spektrum.de/frage/warum-hilft-kratzen-gegen-jucken/1288571	Informationen zur Wirkung von Schmerzreizen auf Juckreiz
6	https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getTaskFile?id=p01^giftcocktailmeeresschnecke^f21794	IQB-Aufgabe „Giftcocktail von Meeresschnecken“
7	https://www.ndr.de/ratgeber/gesundheit/Cannabis-Wirksames-Medikament-bei-chronischen-Schmerzen,cannabis212.html	Informationen und kurzer Film zu Cannabis in der Schmerztherapie

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
8	https://www.kssg.ch/schmerzzentrum/fuer-patienten-besucher/faq-cannabis-der-schmerztherapie	FAQ des Kantonsspitals St. Gallen zur Schmerztherapie mit Cannabis
9	https://www.bfarm.de/SharedDocs/Downloads/DE/Bundesopiumstelle/Cannabis/Vortrag_Cannabis_Begleiterhebung.pdf?__blob=publicationFile	Hintergrundinformationen zu Cannabis als Medizin aus der Begleiterhebung zum Gesetz von 2017
10	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5862	Unterrichtsreihe „Plastizität und Lernen“ (SINUS), hieraus einzelne Materalien
11	https://www.max-wissen.de/max-media/synaptische-plastizitaet-wie-synapsen-funken-max-planck-cinema/	Link zu einem Informationsvideo und weiterführende Materialhinweise
12	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6084	Zusatzmaterial „Hormon- und Nervensystem“

Unterrichtsvorhaben VII: Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Kontext:

Inhaltsfeld: Ökologie

Inhaltliche Schwerpunkte:
Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen

Fachliches Verfahren: Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können…
- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)
- Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)
- Informationen aufbereiten (K)

Zeitbedarf: ca. 22 Std. à 45 Min.

Beiträge zu den Basiskonzepten:
Struktur und Funktion:
- Kompartimentierung in Ökosystemebenen

Steuerung und Regelung:
- Positive und negative Rückkopplung ermöglichen Toleranz

Individuelle und evolutive Entwicklung:
- Angepasstheit an abiotische und biotische Faktoren

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler …	Empfohlene Methoden/ Materialien/ Lernmittel	Mögliche Kontexte/ didaktisch-methodische Anmerkungen
• Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren	• erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem (S5–7, K8).	**Leitfrage: Wie ist ein Ökosystem aufgebaut?** (ca. 3 Ustd.) evtl. Unterrichtsgang (verschiedene Ökosysteme untersuchen), Protokolle	**Kontext: Biosphäre II – Ein Leben auf dem Mars** • Reaktivierung des Vorwissens zu zentralen Begriffen der Ökologie (→ SI) • Darstellung des Wirkungsgefüges von Umweltfaktoren, Lebensvorgängen und Wechselbeziehungen von Lebewesen

			im gewählten Modellökosystem mit Hilfe einer Concept Map • Präsentation zentraler Fragestellungen und Forschungsgebiete der Ökologie
• Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven - steno- und eurytherm sowie stenöke und euryöke Arten - physiologische Potenz	• untersuchen auf der Grundlage von Daten die physiologische und ökologische Potenz von Lebewesen (S7, E1-3, E9, E13).	**Leitfrage: Wie beeinflussen abiotische Faktoren die Verbreitung von Lebewesen?** (ca. 8 Ustd.) Experimente zur Temperaturtoleranz mit Mehlwürmern oder Asseln; Messergebnisse mit Hilfe eines Tabellenkalkulationsprogrammes grafisch darstellen und auswerten Arbeitsblätter	• Herstellung eines Zusammenhangs zwischen einer langfristigen standortspezifischen Verfügbarkeit/ Intensität eines Umweltfaktors und den entsprechenden Angepasstheiten bei Tieren • Untersuchung der Temperaturpräferenz bei Wirbellosen • Interpretation von Toleranzkurzen eurythermer und stenothermer Lebewesen. • Erklärung der unterschiedlichen physiologischen Temperaturtoleranz ausgewählter Lebewesen unter Berücksichtigung des Basiskonzepts Steuerung und Regelung. Berücksichtigung der unterschiedlichen Temperaturtoleranz für Überleben, Wachstum und Fortpflanzung • Erweiterung des Konzepts der physiologischen Toleranz durch die Analyse von Daten aus Mehrfaktorenexperimenten, kritische Betrachtung der Übertragbarkeit der in Laborversuchen gewonnenen Daten auf die Situation im Freiland (E13) • Beschreibung des Wirkungsgesetzes der Umweltfaktoren • Reflexion der Methodik und Schlussfolgerung, dass die Auswirkungen veränderter Umweltbedingungen aufgrund des komplexen Zusammenwirkens vieler Faktoren nur schwer vorhersagbar sind (E13)

• Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz • Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische Potenz • Ökologische Nische	• analysieren die Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- und interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6–K8). • erläutern die ökologische Nische als Wirkungsgefüge (S4, S7, E17, K7, K8).	**Leitfrage: Was passiert, wenn zwei Arten um die gleichen Ressourcen konkurrieren?** (ca. 7 Ustd.) Arbeitsblätter	**Kontext: Vergleich der Standortbedingungen für ausgewählte Arten in Mono- und Mischkultur** • Analyse von Langzeitdaten zur Abundanz verschiedener Arten in Mischkultur im Freiland und Vergleich der Standortfaktoren mit in Laborversuchen erhobenen Standortpräferenzen (E9, E17) • Erläuterung des Konkurrenzbegriffs am Beispiel der intra- und der interspezifischen Konkurrenz (S7) • Erklärung der ökologischen Potenz mit dem Zusammenwirken von physiologischer Toleranz und der Konkurrenzstärke um Ressourcen (K6–8) • Erläuterung des Konzepts der „ökologischen Nische“ als Wirkungsgefüge aller abiotischen und biotischen Faktoren, die das Überleben der Art ermöglichen • Herausstellen der Mehrdimensionalität des Nischenmodells (K7,8)
• Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen • Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal	• bestimmen Arten in einem ausgewählten Areal und begründen ihr Vorkommen mit dort erfassten ökologischen Faktoren (E3, E4, E7¬–9, E15, K8). • analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14).	**Leitfrage: Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden?** (ca. 4 Ustd.) evtl. Exkursion/ Unterrichtsgang auf Sukzessionsflächen, in den Wald oder auf eine Wiese Ermittlung von (Zeiger-)Arten mit Bestimmungsbüchern oder Bestimmungsapps	**Kontext: Fettwiese oder Magerrasen? – Zeigerpflanzen geben Aufschluss über den Zustand von Ökosystemen** • Exkursion im Schulumfeld, Bestimmung und quantitative Erfassung von Arten und Einführung in das Prinzip des Biomonitorings, z.B. anhand einer Flechtenkartierung oder der Ermittlung von Zeigerpflanzen [1] (E4, E7–9) • Sensibilisierung für den Zusammenhang von Korrelation und Kausalität beim Biomonitoring (K8) und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses

			• Ableitung von Handlungsoptionen für das untersuchte Ökosystem (E15) • Internetrecherche zur ökologischen Problematik von intensiver Grünlandbewirtschaftung (Fettwiesen) und Begründung von Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen von heimischen, artenreichen Magerwiesen durch extensive Grundlandbewirtschaftung (K11–14) [2,3]
Diagnose von Schülerkompetenzen: Leistungsbewertung: ggf. Klausur			

Weiterführende Materialien:

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

Unterrichtsvorhaben VIII: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Kontext:

Inhaltsfeld: Ökologie

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

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können…
- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Informationen aufbereiten (K)
- Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)
- Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)

Zeitbedarf: ca. 18 Std. à 45 Min.

Beiträge zu den Basiskonzepten:
Struktur und Funktion:
- Kompartimentierung in Ökosystemebenen

Individuelle und evolutive Entwicklung:
- Angepasstheit an abiotische und biotische Faktoren

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler …	Empfohlene Methoden/ Materialien/ Lernmittel	Mögliche Kontexte/ didaktisch-methodische Anmerkungen
• Idealisierte Populationsentwicklung: exponentielles und logistisches Wachstum • Fortpflanzungsstrategien: r- und K-Strategien	• interpretieren grafische Darstellungen der Populationsdynamik unter idealisierten und realen Bedingungen auch unter Berücksichtigung von Fortpflanzungsstrategien (S5, E9, E10, E12, K9).	**Leitfrage: Welche grundlegenden Annahmen gibt es in der Ökologie über die Dynamik von Populationen?** (ca. 6 Ustd.) AB Wachstumskurven; evtl. Simulation zum Wachstum von Pantoffeltierchen in Reinkultur evtl. Simulation zur Konkurrenz unter Pantoffeltierchen und Auswertung der	**Kontext: Sukzession – wie verändern sich die Populationsdichte und -zusammensetzung an Altindustriestandorten?** • Analyse der Bedingungen für exponentielles und logistisches Wachstum, Interpretation von grafischen Darstellungen unter idealisierten und realen Bedingungen (E9, E10) • Erläuterung von dichtebegrenzenden Faktoren

		„Versuchsergebnisse“ mit einer Tabellenkalkulation Analyse von Messdaten zu Wachstumsmodellen (exponentielles, lineares und logistisches Wachstum) AB r- und K-Strategen	• Recherche der charakteristischen Merkmale von r- und K- Strategen und Analyse von grafischen Darstellungen der charakteristischen Populationsdynamik (K9), Bezug zur veränderten Biozönose in Sukzessionsstadien (z. B. überwiegend r-Strategen auf einer Industriebrache) • Kritische Reflexion der im Unterricht verwendeten vereinfachten Annahmen zur Populationsökologie (E12)
• Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz - Konkurrenz: Konkurrenzausschluss und -vermeidung - Parasitismus, - Symbiose, - Räuber-Beute-Beziehungen	• analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6-K8).	**Leitfrage: In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar?** (ca. 6 Ustd.) AB Konkurrenzausschluss und -vermeidung Simulation zur Räuber-Beute-Beziehung bzw. allgemein biotischen Wechselbeziehungen, z.B. https://www.imaginary.org/applets/five-mpe-experiences-web/Wator/WatorEN.html oder Marienkäfer-Blattläuse-Spiel Referate zu Symbiose/Parasitismus	• Beschreibung der charakteristischen Merkmale von Konkurrenz, Räuber-Beute-Beziehung, Parasitismus, Mutualismus und Symbiose an aussagekräftigen Beispielen. • Analyse der Angepasstheiten ausgewählter interagierenden Arten auf morphologischer und physiologischer Ebene, z. B. bei Symbiose (K7) • Analyse von Daten zu Wechselwirkungen und Bildung von Hypothesen zur vorliegenden Beziehungsform [1], Reflexion der Datenerfassung (z. B. Diskrepanz zwischen Labor- und Freilandbedingungen, Methodik) (E9)
• Ökosystemmanagement: - nachhaltige Nutzung - kritische Betrachtung von Pestizideinsatz in der Landwirtschaft - Bedeutung und Erhalt der Biodiversität	• erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10).	**Leitfrage: Wie können Aspekte der Nachhaltigkeit im Ökosystemmanagement verankert werden?** (ca. 6 Ustd.) Podiumsdiskussion zum Thema Nachhaltigkeit Arbeitsmaterial bzw. Internetrecherchen	**Kontext: Pestizideinsatz in der Landwirtschaft** • Analyse eines Fallbeispiels zur chemischen Schädlingsbekämpfung mit Pestizideinsatz (K12) • Erläuterung des Konflikts zwischen ökonomisch rentabler Umweltnutzung und Biodiversitätsschutz beim Einsatz von

• Hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt	• analysieren Schwierigkeiten der Risikobewertung für hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt unter Berücksichtigung verschiedener Interessenslagen (E15, K10, K14, B1, B2, B5).		Pestiziden in der Landwirtschaft und Diskussion von Handlungsoptionen als Privatverbraucher (K14, B2, B5, B10) • Angeleitete Recherche (z. B. auf den Seiten des Umweltbundesamtes [3]) zu den Auswirkungen hormonartig wirkender Pestizide auf Tiere und die Fruchtbarkeit des Menschen sowie der Anreicherung in Nahrungsketten (K10) • Nennung der Schwierigkeiten, die bei der Risikobewertung hormonartig wirkender Substanzen in der Umwelt auftreten und Diskussion der damit verbundenen Problematik eines Verbotsverfahrens (BfR Endokrine Disruptoren) (E15)
Diagnose von Schülerkompetenzen: • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens Leistungsbewertung: ggf. Klausur			

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.researchgate.net/publication/323014486_Sukzessionsforschung_auf_Altindustriestandorten_-_Analyse_der_Monitoringergebnisse_im_Industriewaldprojekt	Umfassende Studienergebnisse mit aussagekräftigen Abbildungen und Datensätzen für den Unterricht. (ggf. URL in Browserzeile kopieren)
2	https://www.leopoldina.org/uploads/tx_leopublication/2018_Diskussionspapier_Pflanzenschutzmittel.pdf	Diskussionspapier der Leopoldina mit umfangreichen Hintergrundinformationen
3	https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/umwelteinfluesse-auf-den-menschen/chemische-stoffe/umwelthormone#beeinflussung-des-hormonsystems	Informationsseite des Umweltbundesamtes zu Umwelthormonen
4	https://www.bfr.bund.de/de/a-z_index/endokrine_disruptoren_und_hormonaehnliche_substanzen-32448.html	Informationsseite des Bundesamts für Risikobewertung

Unterrichtsvorhaben IX: Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Kontext:

Inhaltsfeld: Ökologie

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

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können…
- Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)
- Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)
- Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)
- Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)

Zeitbedarf: ca. 18 Std. à 45 Min.

Beiträge zu den Basiskonzepten:
Struktur und Funktion:
- Kompartimentierung in Ökosystemebenen

Stoff- und Energieumwandlung:
- Stoffkreisläufe in Ökosystemen

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler …	Empfohlene Methoden/ Materialien/ Lernmittel	Mögliche Kontexte/ didaktisch-methodische Anmerkungen
• Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz	• analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoff-kreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5).	**Leitfrage: In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften durch Energiefluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbindung?** (ca. 4 Ustd.) evtl. Fließgewässeruntersuchung → Erarbeitung der Funktion der gefundenen Organismen → Ableiten eines Nahrungsnetzes	• Betrachtung eines komplexen Nahrungsnetzes, Fokussierung auf die Stabilität artenreicher Netze und Hypothesenbildung zur begrenzten Anzahl an Konsumentenordnungen (S4) • Erläuterung der Bedeutung der einzelnen Trophieebenen in Stoffkreisläufen • Interpretation der Unterschiede der Stoffspeicherung und des Stoffflusses in terrestrischen und aquatischen Systemen anhand von Biomassepyramiden und Produktionswertpyramiden (K5, E14)

		AB Trophieebenen und Anwendung auf das Nahrungsnetz im Fließgewässer AB Energiefluss im Ökosystem	• Interpretation von grafischen Darstellungen zum Energiefluss in einem Ökosystem unter Berücksichtigung des ökologischen Wirkungsgrads der jeweiligen Trophieebene • Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der modellhaften Darstellungen (E12)
• Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf • Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts • Ökologischer Fußabdruck	• erläutern geografische, zeitliche und soziale Auswirkungen des anthropogen bedingten Treibhauseffektes und entwickeln Kriterien für die Bewertung von Maßnahmen (S3, E16, K14, B4, B7, B10, B12). • beurteilen anhand des ökologischen Fußabdrucks den Verbrauch endlicher Ressourcen aus verschiedenen Perspektiven (K13, K14, B8, B10, B12).	**Leitfragen: Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant?** (ca. 2 Ustd.) Internetrecherche zum Kohlenstoffkreislauf und dem anthropogenen Treibhauseffekt **Leitfrage: Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden?** (ca. 3 Ustd.) Bestimmung des eigenen ökologischen Fußabdrucks	**Kontext: Aktuelle Debatte um den Einfluss des Menschen auf den Klimawandel** • Identifikation nicht wissenschaftlicher Aussagen im Vergleich zu wissenschaftlich fundierten Aussagen bezüglich des anthropogenen Einflusses auf den Treibhauseffekt (E16) [7] • Angeleitete Recherche zu den geografischen, zeitlichen und sozialen Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffekts sowie zu den beschlossenen Maßnahmen [8] • Ermittlung eines ökologischen Fußabdrucks, Reflexion der verschiedenen zur Ermittlung herangezogenen Dimensionen, Sammlung von Handlungsoptionen im persönlichen Bereich (B8, K13)
• Stickstoffkreislauf • Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, nachhaltige Nutzung	• analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14). • analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5).	**Leitfrage: Wie können umfassende Kenntnisse über ökologische Zusammenhänge helfen, Lösungen für ein komplexes Umweltproblem zu entwickeln?** (ca. 5 Ustd.) Internetrecherche zum Stickstoffkreislauf und/oder Videos von „The simple club“	**Kontext: Umweltproblem Stickstoffüberschuss: Ursachen und Auswege** • Erarbeitung des natürlichen Stickstoffkreislaufs, Identifikation der Stoffspeicher und Austauschwege. Fokussierung auf die Anteile von molekularem Stickstoff und biologisch verfügbaren Verbindungen. • Fokussierung auf die anthropogene Beeinflussung des Stickstoffkreislaufs und

			Strukturierung von Informationen zur komplexen Umweltproblematik durch Stickstoffverbindungen (K2, K5) [9,10] • Recherche zu einem ausgewählten, ggf. lokalen Umweltproblem, welches auf einem zu hohen Stickstoffeintrag beruht und zu den unternommenen Renaturierungsmaßnahmen (K11–14).

Weiterführende Materialien:

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

1.1.9 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben in der Qualifikationsphase 2_Leistungskurs

Unterrichtsvorhaben I: DNA – Speicherung und Expression genetischer Information

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Kontext:

Inhaltsfeld: Genetik und Evolution

Inhaltliche Schwerpunkte:
Molekulargenetische Grundlagen des Lebens

Fachliche Verfahren: PCR, Gelelektrophorese

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können…
- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)
- Informationen aufbereiten (K)

Zeitbedarf: ca. 28 Std. à 45 Min.

Beiträge zu den Basiskonzepten:
Struktur und Funktion:
- Kompartimentierung bei der eukaryotischen Proteinbiosynthese

Stoff- und Energieumwandlung:
- Energiebedarf am Beispiel von DNA-Replikation und Proteinbiosynthese

Information und Kommunikation:
- Codierung und Decodierung von Information bei der Proteinbiosynthese

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler …	Empfohlene Methoden/ Materialien/ Lernmittel	Mögliche Kontexte/ didaktisch-methodische Anmerkungen
• Speicherung und Realisierung genetischer Information: Bau der DNA • semikonservative Replikation	• leiten ausgehend vom Bau der DNA das Grundprinzip der semikonservativen Replikation aus experimentellen Befunden ab (S1, E1, E9, E11, K10).	**Leitfrage: Wie wird die identische Verdopplung der DNA vor einer Zellteilung gewährleistet?** (ca. 6 Ustd.) AB Diagramme und Abb. zum DNA-Aufbau (z.B. DNA-Bausteine mit Größenverhältnissen, H-Brücken, Chargaff-Experiment, Röntgenaufnahme der DNA von Watson und Crick) + DNA-Puzzle	• Erstellung eines Baustein-Modells zur Erklärung der Struktur der DNA [1; 4] • Hypothesengeleitete Auswertung des MESELSON-STAHL-Experimentes zur Erklärung des Replikationsmechanismus und Erläuterung der experimentellen Vorgehensweise [2] • Erklärung der Eigenschaften und Funktionen ausgewählter Enzyme (DNA-

		AB semikonservative Replikation	Polymerase, DNA-Ligase) für die Prozesse in der Zelle z. B. anhand eines Erklärvideos
• genetischer Code • Transkription • Spleißen • Translation	• erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6). • deuten Ergebnisse von Experimenten zum Ablauf der Proteinbiosynthese (u. a. zur Entschlüsselung des genetischen Codes) (S4, E9, E12, K2, K9).	**Leitfrage: Wie wird die genetische Information der DNA zu Genprodukten bei Prokaryoten umgesetzt?** (ca. 12 Ustd.) Auswertung von experimentellen Untersuchungen/ Daten zum genetischen Code, z.B. Khorana- und Nirenberg/Leder-Experimente evtl. Simulation von Verschlüsselungsmethoden über verschiedene Code-systeme (Morsealphabet/ Braille- Blindenschrift) und Ableitung der Eigenschaften des genetischen Codes ggf. Lernvideo „Transkription“ unterstützende Videos zur Proteinbiosynthese Arbeitsblätter **Leitfrage: Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen bei der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten?** (1 UStd) Erstellen einer kriteriengeleiteten Tabelle zum Vergleich der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukayorten	• Erarbeitung des Problems der Codierung bzw. Decodierung von Informationen auf DNA-Ebene, RNA-Ebene und Proteinebene (Bezug zum Basiskonzept Information und Kommunikation und auch Struktur und Funktion) • Erstellung eines Fließschemas zum grundsätzlichen Ablauf der Proteinbiosynthese unter Berücksichtigung der DNA-, RNA-, Polypeptid- und Proteinebene zur Strukturierung der Informationen • Erarbeitung der Eigenschaften des genetischen Codes und Anwendung der Codesonne • Erläuterung des Ablaufs der Transkription z. B. anhand einer Animation • Erläuterung modellhafter Darstellungen der Genstruktur (Exons/Introns), Prozessierung der prä-mRNA zur reifen mRNA sowie alternatives Spleißen, posttranslationale Modifikation • Erläuterung des Vorgangs der Translation • Berücksichtigung des Energiebedarfs der Proteinbiosynthese (Bezug zum Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung) • Begründung der Verwendung des Begriffs Genprodukt anhand der Gene für tRNA und rRNA • Erstellung einer kriteriengeleiteten Tabelle zum Vergleich der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten

• Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Genmutationen	• erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8).	**Leitfrage: Wie können sich Veränderungen der DNA auf die Genprodukte und den Phänotyp auswirken?** (ca. 5 Ustd.) AB Analyse von Gensequenzen von Personen mit Albinismus AB Abgleich der Basenveränderungen mit Genmutationen und Zuordnung der Genmutationen zum „Albinismus-Typ“	**Kontext: Resistenz bei Eukaryoten (z.B. Herzglykosid-Resistenz beim Monarchfalter) [5] oder Albinismus** • Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zur Ursache der Resistenz unter Berücksichtigung der verschiedenen Systemebenen (molekulare Ebene bis Ebene des Organismus) • Ableitung der verschiedenen Typen von Genmutationen unter Berücksichtigung der molekularen Ebenen (DNA, RNA, Protein) sowie der phänotypischen Auswirkungen auf Ebene der Zelle bzw. des Organismus (Einbezug der Basiskonzepte Struktur und Funktion und Information und Kommunikation) • Reflexion der Ursache-Wirkungsbeziehungen unter sprachsensiblem Umgang mit funktionalen und kausalen Erklärungen
• Gentechnik: Genetischer Fingerabdruck - PCR - Gelelektrophorese - Restriktionsenzyme - RFLP	• erläutern PCR und Gelelektrophorese unter anderem als Verfahren zur Feststellung von Genmutationen (S4, S6, E8–10, K11).	**Leitfrage: Mit welchen molekularbiologischen Verfahren können zum Beispiel Genmutationen festgestellt werden?** (ca. 6 Ustd.) AB oder Selbstlerneinheit mit Videomaterial und AB	**Kontext: Analyse von Genmutationen (z.B. SARS-CoV-2-Mutanten)** • Erläuterung der PCR-Methode [6] • Diskussion der möglichen Fehlerquellen und der Notwendigkeit von Negativkontrollen bei Anwendungen der PCR • Erläuterung des Grundprinzips der DNA-Gelelektrophorese und Anwendung der Verfahren zur Identifikation von Genmutationen durch Wahl der Primer oder RFLP-Analyse; Benennung der DNA-Sequenzierung als Technik zur Analyse von Sequenzunterschieden [7]
Leistungsbewertung: • KLP-Überprüfungsform: „Beurteilungsaufgabe“ • Ggf. Klausur			

Weiterführende Materialien:

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

Unterrichtsvorhaben II: DNA – Regulation der Genexpression und Krebs

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Kontext:

Inhaltsfeld: Genetik und Evolution

Inhaltliche Schwerpunkte:
Molekulargenetische Grundlagen des Lebens

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können…
- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)
- Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)

Zeitbedarf: ca. 20 Std. à 45 Min.

Beiträge zu den Basiskonzepten:
Stoff- und Energieumwandlung:
- Energiebedarf am Beispiel von DNA-Replikation und Proteinbiosynthese

Information und Kommunikation:
- Codierung und Decodierung von Information bei der Proteinbiosynthese

Steuerung und Regelung:
- Prinzip der Homöostase bei der Regulation der Genaktivität

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler …	Empfohlene Methoden/ Materialien/ Lernmittel	Mögliche Kontexte/ didaktisch-methodische Anmerkungen
• Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: - Transkriptionsfaktoren - Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung - Histonmodifikation (Acetylierung/ Deacetylierung) - RNA-Interferenz	• erklären die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren und DNA-Methylierung (S2, S6, E9, K2, K11). • erläutern die Genregulation bei Eukaryoten durch RNA-Interferenz und Histon-Modifikation anhand von Modellen (S5, S6, E4, E5, K1, K10).	**Leitfrage: Wie wird die Genaktivität bei Eukaryoten gesteuert?** (ca. 10 Ustd.) AB Epigenetik + evtl. Filme AB Typen der RNA-Interferenz	**Kontext: Körperzellen: gleiches Erbgut – unterschiedliche Differenzierung** • Erkennen der unterschiedlichen Protein- und RNA-Ausstattung verschiedener menschlicher Zelltypen und Begründung der Phänomene durch zellspezifische Regulation der Genaktivität • Erläuterung der Bedeutung von allgemeinen und spezifischen Transkriptionsfaktoren für die Transkriptionsrate und der zellspezifischen Reaktion auf extrazelluläre Signale wie etwa Myostatin zur Regulation des Muskelwachstums (Basiskonzept Steuerung und Regelung)

			• Erstellung von Modellen zur Bedeutung epigenetischer Marker (DNA-Methylierung und z. B. Histon-Acetylierung) [1] • Erläuterung des natürlichen Mechanismus der RNA-Interferenz bei Pflanzen und Tieren [2] • Reflexion des Zusammenspiels der verschiedenen Ebenen der Genregulation bei Eukaryoten
• Krebs: Krebszellen, Onkogene und Anti-Onkogene (Tumor-Suppressorgene), personalisierte Medizin evtl. DNA-Reparaturmechanismen	• begründen Eigenschaften von Krebszellen mit Veränderungen in Proto-Onkogenen und Anti-Onkogenen (Tumor-Suppressor-Genen) (S3, S5, S6, E12). • begründen den Einsatz der personalisierten Medizin in der Krebstherapie (S4, S6, E14, K13).	**Leitfrage: Wie können zelluläre Faktoren zum ungehemmten Wachstum der Krebszellen führen?** (ca. 6 Ustd.) AB **Leitfrage: Welche Chancen bietet eine personalisierte Krebstherapie?** (ca. 4 Ustd.) Internetrecherche	**Kontext: Krebstherapie: Ermöglicht eine Personalisierung die Vermeidung von Nebenwirkungen?** • Erläuterung der Nebenwirkungen von Zytostatika ausgehend von generellen Eigenschaften der Tumorzellen • Formulierung von Hypothesen zu Therapieansätzen unter Berücksichtigung der Vielfalt von Tumorzellen und der Verminderung von Nebenwirkungen bei systemischer Behandlung • Begründung einer Genotypisierung zum Beispiel vor der Chemotherapie mit 5-Fluorouracil [4] und ggf. weiterer Ansätze zu individualisierten Behandlungsmethoden [5, 6] (auch Einbezug von mRNA-Techniken ist möglich)
Diagnose von Schülerkompetenzen: • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens **Leistungsbewertung:** Ggf. Klausur			

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.youtube.com/watch?v=xshPL5hU0Kg&t=104s	Max-Planck-Video Epigenetik
2	https://www.youtube.com/watch?v=cL-IZnpY6Qg	Max-Planck-Video RNA-Interferenz
3	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5648	Arbeitsblätter und Materialien der SINUS-Gruppe zur Erarbeitung der Deregulation des Zellzyklus bei Krebszellen
4	https://www.bfarm.de/SharedDocs/Risikoinformationen/Pharmakovigilanz/DE/RV_STP/a-f/fluorouracil-neu.html https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30348537/ https://cdrjournal.com/article/view/2994	Genotypisierung vor Behandlung mit 5-Fluorouracil bzw. Capecitabin zur Feststellung der passenden Dosierung des Wirkstoffs
5	https://www.aerzteblatt.de/archiv/105880/Personalisierte-Medizin-in-der-Onkologie-Fortschritt-oder-falsches-Versprechen	Übersichtsartikel zu personalisierter Medizin
6	http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul3_arbeitsblatt5.html	Unterrichtsmaterial „GENial einfach!“: Zu jedem Modul gibt es Arbeitsblätter mit Abbildungen und Aufgaben. Jedes Modul schließt mit einer gestalteten Lernkontrolle – ebenfalls als PDF-Datei – ab.

Unterrichtsvorhaben III: Humangenetik und Gentherapie

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Kontext:

Inhaltsfeld: Genetik und Evolution

Inhaltliche Schwerpunkte:	**Beiträge zu den Basiskonzepten:**
Molekulargenetische Grundlagen des Lebens Fachliche Verfahren: Gentechnik: Veränderung und Einbau von DNA, Gentherapeutische Verfahren **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können… • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) • Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B) **Zeitbedarf:** ca. 18 Std. à 45 Min.	Information und Kommunikation: • Codierung und Decodierung von Information bei der Proteinbiosynthese Steuerung und Regelung: • Prinzip der Homöostase bei der Regulation der Genaktivität

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** **Die Schülerinnen und Schüler …**	**Empfohlene Methoden/ Materialien/ Lernmittel**	**Mögliche Kontexte/ didaktisch-methodische Anmerkungen**
• Genetik menschlicher Erkrankungen: - Familienstammbäume - Gentest und Beratung	• analysieren Familienstammbäume und leiten daraus mögliche Konsequenzen für Gentest und Beratung ab (S4, E3, E11, E15, K14, B8).	**Leitfrage: Welche Bedeutung haben Familienstammbäume für die genetische Beratung betroffener Familien?** (ca. 4 Ustd.) • Checkliste zum methodischen Vorgehen bei einer Stammbaumanalyse. • Exemplarische Beispiele von Familienstammbäumen → Anwenden der Analysemethoden	**Kontext: Ablauf einer Familienberatung bei genetisch bedingten Erkrankungen** • Analyse verschiedener Erbgänge anhand des Ausschlussverfahrens • Reflexion der gewonnenen Erkenntnisse und Begründung der Anwendung von Gentests zur Verifizierung der Ergebnisse • Entwicklung von Handlungsoptionen im Beratungsprozess und Abwägen der Konsequenzen für die Betroffenen

		• Arbeitsblätter	
• Gentechnik: - Veränderung und Einbau von DNA /Plasmide und Vektoren) - Gentherapeutische Verfahren	• erklären die Herstellung rekombinanter DNA und nehmen zur Nutzung gentechnisch veränderter Organismen Stellung (S1, S8, K4, K13, B2, B3, B9, B12). • bewerten Nutzen und Risiken einer Gentherapie beim Menschen und nehmen zum Einsatz gentherapeutischer Verfahren Stellung (S1, K14, B3, B7–9, B11).	**Leitfragen: Wie wird rekombinante DNA hergestellt und vermehrt?** **Welche ethischen Konflikte treten bei der Nutzung gentechnisch veränderter Organismen auf?** (ca. 8 Ustd.) AB Restriktionsenzyme AB Vektoren und Plasmide evtl. Selbstlerneinheit „Gentechnik II“; Lernvideos mit fertigen Arbeitsblättern	**Kontext: Insulinproduktion durch das Bakterium *E. coli*** • Erläuterung der Eigenschaften und Funktionen von gentechnischen Werkzeugen wie Restriktionsenzymen, DNA-Ligase und den Grundelementen eines bakteriellen Vektors sowie der Herstellung rekombinanter DNA und ihrer Vermehrung in Bakterien • Diskussion der Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen unter Berücksichtigung des Erhalts der Biodiversität, ökonomischer Aspekte, politischer und sozialer Perspektiven, ggf. Einbindung von [2]
- Gentherapie		**Leitfrage: Welche ethischen Konflikte treten im Zusammenhang mit gentherapeutischen Behandlungen beim Menschen auf?** (ca. 3 Ustd.) evtl. Podiumsdiskussion zur somatischen Gentherapie	**Kontext: Monogene Erbkrankheiten (z. B. Mukoviszidose oder ADA-SCID)** • Beschreibung der Unterschiede zwischen somatischer Gentherapie und Keimbahntherapie beim Menschen bei Unterscheidung deskriptiver und normativer Aussagen • Ableitung von Nutzen und Risiken bei somatischer Gentherapie und Keimbahntherapie für Individuum und Gesellschaft, Aufstellen von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen • Reflexion des Bewertungsprozesses aus persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Perspektive

Diagnose von Schülerkompetenzen:
- Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens

Leistungsbewertung:
Ggf. Klausur

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul3_arbeitsblatt2.html	Unterrichtsmaterial „GENial einfach!“: Zu jedem Modul gibt es Arbeitsblätter mit Abbildungen und Aufgaben. Jedes Modul schließt mit einer gestalteten Lernkontrolle – ebenfalls als PDF-Datei – ab.
2	https://www.iqb.hu-berlin.de/bista/UnterrichtSekII/nawi_allg/biologie	IQB-Seite mit Lernaufgaben: Die Aufgabe „Transgener Bt-Mais“ bietet insbesondere Materialien zur Entwicklung der Bewertungskompetenz, die gentechnischen Grundlagen wurden adressatengerecht vereinfacht.
3	https://www.mpg.de/10766665/crispr-cas9	CRISPR-Cas Film Max-Planck-Gesellschaft
4	https://www.transgen.de/forschung/2564.crispr-genome-editing-pflanzen.html	CRSIPR-Cas Seite Genom-Editierung Pflanzen

Unterrichtsvorhaben IV: Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Kontext:

Inhaltsfeld: Genetik und Evolution

Inhaltliche Schwerpunkte: Entstehung und Entwicklung des Lebens **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können… • Biologische Sachverhalte betrachten (S) • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Informationen aufbereiten (K) **Zeitbedarf:** ca. 20 Std. à 45 Min.	**Beiträge zu den Basiskonzepten:** Individuelle und evolutive Entwicklung: • Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** **Die Schülerinnen und Schüler …**	**Empfohlene Methoden/ Materialien/ Lernmittel**	**Mögliche Kontexte/ didaktisch-methodische Anmerkungen**
• Synthetische Evolutionstheorie: - Mutation/ Rekombination, Variation - Selektion - Sexualdimorphismus - Gendrift	• begründen die Veränderungen im Genpool einer Population mit der Wirkung der Evolutionsfaktoren (S2, S5, S6, K7). • erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8).	**Leitfrage: Wie lassen sich Veränderungen im Genpool von Populationen erklären?** (ca. 13 Ustd.) evtl. Filmanalyse „Wozu dient Sex in der Evolution?“ Simulation zur Selektion: http://www.vinckensteiner.com/museum/evolution-in-aktion/tarnung.php oder https://heliconius.org/evolving_butterflies/	**Kontext: Schnabelgrößen bei Populationen von Vögeln (z. B. beim Mittleren Grundfink oder Purpurastrilden)** • Formulierung von Fragen zur Entwicklung der Merkmalsverteilung bei den Schnabelgrößen und Ableitung von Hypothesen zu den möglichen Ursachen • Erklärung der Variation durch Mutation und Rekombination und der Verschiebung der Merkmalsverteilung in der Population durch Selektion • Analyse der Bedeutung von Zufallsereignissen wie Gendrift und ihrem Einfluss auf die Allelenvielfalt von Populationen

- adaptiver Wert von Verhalten - Kosten-Nutzen-Analyse, - reproduktive Fitness		→ Simulationen können hinsichtlich der Kosten-Nutzen-Analyse als Diskussionsgrundlage genutzt werden AB Selektionsmechanismen und Fitnessfunktion AB Gendrift bei z.B. Blauen Eidechsen vor Capri oder weißen Wallabys	• Erläuterung der Zusammenhänge zwischen den Veränderungen von Merkmalsverteilungen auf phänotypischer Ebene und den Verschiebungen von Allelfrequenzen auf genetischer Ebene **Kontext: Abtransport leerer Eierschalen in Lachmöwenkolonien (Tinbergen-Experiment)** • Formulierung von Fragen zur Entwicklung des Verhaltens in Lachmöwen-Kolonien und Ableitung von Hypothesen unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse [1] • Erläuterung des adaptiven Wertes von Verhalten unter Einbezug der reproduktiven Fitness und Berücksichtigung der Umweltbedingungen. [1]
• Sozialverhalten bei Primaten: exogene und endogene Ursachen, Fortpflanzungsverhalten	• erläutern das Fortpflanzungsverhalten von Primaten datenbasiert auch unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (S3, S5, E3, E9, K7).	**Leitfrage: Wie lassen sich die Paarungsstrategien und Sozialsysteme bei Primaten erklären?** (ca. 4 Ustd.) evtl. Filmanalyse „Von Affen und Menschen“ Dieser Aspekt kann auch in der Humanevolution behandelt werden.	**Kontext: Variabilität der Paarungsstrategien und Sozialsysteme bei Primaten** • Ableitung der Zusammenhänge zwischen Reproduktionserfolg, ökologischer Situation und Paarungsstrategie für Männchen bzw. Weibchen und Entwicklung von Hypothesen zu den Strategien z. B. bei Krallenaffen [2] • Erläuterung der endogenen und exogenen Ursachen von Fortpflanzungsverhalten
• Koevolution	• erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8).	**Leitfrage: Welche Prozesse laufen bei der Koevolution ab?** (ca. 2 Ustd.) AB Koevolution	**Kontext: Orchideen-Schwärmer und Stern von Madagaskar (Bestäuber-Blüte-Koevolution)***:* • Anwendung der Synthetischen Evolutionstheorie auf das System Bestäuber-Blüte unter Berücksichtigung der jeweiligen Selektionsvorteile und Selektions-

			nachteile für die beiden Arten sowie Vermeidung finaler Begründungen • Ableitung einer Definition für Koevolution und Erläuterung verschiedener koevolutiver Beziehungen

Diagnose von Schülerkompetenzen:
- „Hot Potatoes“-Quiz zur Selbstkontrolle,
- KLP-Überprüfungsform: „Beobachtungsaufgabe“

Leistungsbewertung:
- KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe

Weiterführende Materialien:

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

Unterrichtsvorhaben V: Stammbäume und Verwandtschaft

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Kontext:

Inhaltsfeld: Genetik und Evolution

Inhaltliche Schwerpunkte: Entstehung und Entwicklung des Lebens **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können… • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E) • Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) • Informationen aufbereiten (K) **Zeitbedarf:** ca. 16 Std. à 45 Min.	**Beiträge zu den Basiskonzepten:** Individuelle und evolutive Entwicklung: • Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** **Die Schülerinnen und Schüler …**	**Empfohlene Methoden/ Materialien/ Lernmittel**	**Mögliche Kontexte/ didaktisch-methodische Anmerkungen**

• Stammbäume und Verwandtschaft:
  • Artbildung,
  • Biodiversität,
  • morphologischer, biologischer und populationsgenetischer Artbegriff,
  • Isolation
  • allo- und sympatrische Artbildung
	• erklären Prozesse des Artwandels und der Artbildung mithilfe der Synthetischen Evolutionstheorie (S4, S6, S7, E12, K6, K7)	**Leitfrage: Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen?** (ca. 8 Ustd.)
		
		AB Artkonzepte
		
		Expertenpuzzle Isolationsmechanismen
		
		Darstellen eines Artbildungsprozesses mit allen relevanten Evolutionsfaktoren an
			Kontext: Kontext: Vielfalt der Finken auf den Galapagos-Inseln
			• Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zur Evolution der Darwin-Finken unter Verwendung der Fachsprache
			• Erläuterung der adaptiven Radiation der Finkenarten auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung des Konzepts der ökologischen Nische sowie der Vernetzung verschiedener Systemebenen

• prä- und postzygotische Barrieren		einem ausgewählten Beispiel (z.B. Kolibriarten)	• Ableitung des morphologischen, biologischen und populationsgenetischen Artbegriffs und Anwendung auf Prozesse der allopatrischen und sympatrischen Artbildung • Erläuterung der Bedeutung prä- und postzygotischer Isolationsmechanismen
• molekularbiologische Homologien • Stammbäume • Innen- und Außengruppe • ursprüngliche und abgeleitete Merkmale • Maximum-likelihood-Methode • erkennen von divergenten und konvergenten Entwicklungen an Stammbäumen	• deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8) • analysieren phylogenetische Stammbäume im Hinblick auf die Verwandtschaft von Lebewesen und die Evolution von Genen (S4, E2, E10, E12, K9, K11). • deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8).	**Leitfrage: Wie werden Stammbäume in der Evolution erstellt, um Verwandtschaftsbeziehungen zu verdeutlichen?** (7 Ustd.) AB Erstellung von Stammbäumen in der Evolution AB Analyse verschiedener Stammbäume in der Evolution	**Kontext: Universalhomologien und genetische Variabilität – ein Widerspruch?** • Ableitung der molekularen Ähnlichkeiten aller Lebewesen auf DNA-, RNA- und Proteinebene sowie in Bezug auf grundsätzliche Übereinstimmungen bei der Proteinbiosynthese • Deutung molekularbiologischer Homologien bei konservierten Genen einerseits und sehr variablen Genen andererseits bei Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen • Ableitung phylogenetischer Verwandtschaften auf Basis des Sparsamkeitsprinzips und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen
• Synthetische Evolutionstheorie: Abgrenzung von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen	• begründen die Abgrenzung der Synthetischen Evolutionstheorie gegen nicht-naturwissenschaftliche Positionen und nehmen zu diesen Stellung (E15–E17, K4, K13, B1, B2, B5).	**Leitfrage: Wie lässt sich die Synthetische Evolutionstheorie von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen abgrenzen**? (ca. 2 Ustd.) kriteriengeleitete Recherche oder Podiumsdiskussion	**Kontext: Intelligent Design – eine Pseudowissenschaft** • Erläuterung der Merkmale naturwissenschaftlicher Theorien unter Berücksichtigung der Evidenzbasierung sowie Begründung der Einordnung des Intelligent Design als Pseudowissenschaft • Reflexion der verschiedenen Betrachtungsweisen evolutiver Prozesse durch Religion, Philosophie und Naturwissenschaften unter Berücksichtigung der Intention der jeweiligen Quelle

Diagnose von Schülerkompetenzen:

Leistungsbewertung: ggf. Klausur

Weiterführende Materialien:

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

Unterrichtsvorhaben VI: Humanevolution und kulturelle Evolution

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Kontext:

Inhaltsfeld: Genetik und Evolution

Inhaltliche Schwerpunkte: Entstehung und Entwicklung des Lebens **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können… • Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Informationen aufbereiten (K) **Zeitbedarf:** ca. 10 Std. à 45 Min.	**Beiträge zu den Basiskonzepten:** Individuelle und evolutive Entwicklung: • Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** **Die Schülerinnen und Schüler …**	**Empfohlene Methoden/ Materialien/ Lernmittel**	**Mögliche Kontexte/ didaktisch-methodische Anmerkungen**
• Evolution des Menschen und kulturelle Evolution: - Ursprung, - Fossilgeschichte - Stammbäume - Verbreitung des heutigen Menschen - Werkzeuggebrauch - Sprachentwicklung	• diskutieren wissenschaftliche Befunde und Hypothesen zur Humanevolution auch unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit (S4, E9, E12, E15, K7, K8). • die Bedeutung der kulturellen Evolution für soziale Lebewesen analysieren (E9, E14, K7, K8, B2, B9).	**Leitfrage: Wie kann die Evolution des Menschen anhand von morphologischen und molekularen Hinweisen nachvollzogen werden?** (ca. 7 UStd.) **Leitfrage: Welche Bedeutung hat die kulturelle Evolution für den Menschen und andere soziale Lebewesen? (ca. 3 Ustd.)**	**Kontext:** • morphologische Angepasstheit des modernen Menschen an den aufrechten Gang im Vgl. zum Schimpansen • Trends der Hominidenevolution auf Basis von Schädelvergleichen • Diskussion der „Out-of-Africa“-Theorie unter Einbezug der Fossilgeschichte und genetischer Daten zum Neandertaler, Denisova-Menschen und der genetischen Vielfalt des modernen Menschen
Leistungsbewertung: ggf. Klausur			

1.1.10 Übergeordnete Kompetenzerwartungen für die Qualifikationsphase im Grund- und Leistungskurs

Sachkompetenz	Zurück zum Inhaltsverzeichnis
Biologische Sachverhalte betrachten	
	Die Schülerinnen und Schüler…
S 1	beschreiben biologische Sachverhalte sowie Anwendungen der Biologie sachgerecht,
S 2	strukturieren und erschließen biologische Phänomene sowie Anwendungen der Biologie auch mithilfe von Basiskonzepten,
S 3	erläutern biologische Sachverhalte, auch indem sie Basiskonzepte nutzen und fachübergreifende Aspekte einbinden,
S 4	formulieren zu biologischen Phänomenen sowie Anwendungen der Biologie theoriegeleitet Hypothesen und Aussagen.
Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten	
	Die Schülerinnen und Schüler…
S 5	strukturieren und erschließen die Eigenschaften lebender Systeme auch mithilfe von Basiskonzepten und erläutern die Eigenschaften unter qualitativen und quantitativen Aspekten,
S 6	stellen Vernetzungen zwischen Systemebenen (Molekular- bis Biosphärenebene) dar,
S 7	erläutern Prozesse in und zwischen lebenden Systemen sowie zwischen lebenden Systemen und ihrer Umwelt,
S 8	erläutern die Entstehung und Bedeutung von Biodiversität sowie Gründe für deren Schutz und nachhaltige Nutzung.

Erkenntnisgewinnungskompetenz	
Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln	
	Die Schülerinnen und Schüler…
E 1	beschreiben Phänomene und Beobachtungen als Ausgangspunkte von Untersuchungen,
E 2	identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu biologischen Sachverhalten,
E 3	stellen theoriegeleitet Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf.
Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen	
	Die Schülerinnen und Schüler…
E 4	planen und führen hypothesengeleitete Beobachtungen, Vergleiche, Experimente und Modellierungen durch und protokollieren sie,
E 5	berücksichtigen bei der Planung von Beobachtungen, Vergleichen, Experimenten sowie Modellierungen das jeweilige Variablengefüge,
E 6	berücksichtigen die Variablenkontrolle beim Experimentieren,
E 7	nehmen qualitative und quantitative Daten auch mithilfe digitaler Werkzeuge auf und werten sie aus,
E 8	wenden Labor- und freilandbiologische Geräte und Techniken sachgerecht und unter Berücksichtigung der Sicherheitsbestimmungen an.
Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren	
	Die Schülerinnen und Schüler…
E 9	finden in erhobenen oder recherchierten Daten Strukturen, Beziehungen und Trends, erklären diese theoriebezogen und ziehen Schlussfolgerungen,

E 10	beurteilen die Gültigkeit von Daten und ermitteln mögliche Fehlerquellen,
E 11	widerlegen oder stützen die Hypothese (Hypothesenrückbezug),
E 12	diskutieren Möglichkeiten und Grenzen von Modellen,
E 13	reflektieren die eigenen Ergebnisse und den eigenen Prozess der Erkenntnisgewinnung,
E 14	stellen bei der Interpretation von Untersuchungsbefunden fachübergreifende Bezüge her.
Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren	
	Die Schülerinnen und Schüler…
E 15	reflektieren Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses sowie der gewonnenen Erkenntnisse (z. B. Reproduzierbarkeit, Falsifizierbarkeit, Intersubjektivität, logische Konsistenz, Vorläufigkeit),
E 16	reflektieren die Kriterien wissenschaftlicher Wissensproduktion (Evidenzbasierung, Theorieorientierung),
E 17	reflektieren Bedingungen und Eigenschaften biologischer Erkenntnisgewinnung.

Kommunikationskompetenz	
Informationen erschließen	
	Die Schülerinnen und Schüler…
K 1	recherchieren zu biologischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus,
K 2	wählen relevante und aussagekräftige Informationen und Daten zu biologischen Sachverhalten und anwendungsbezogenen Fragestellungen aus und erschließen Informationen aus Quellen mit verschiedenen, auch komplexen Darstellungsformen,
K 3	prüfen die Übereinstimmung verschiedener Quellen oder Darstellungsformen im Hinblick auf deren Aussagen,
K 4	analysieren Herkunft, Qualität und Vertrauenswürdigkeit von verwendeten Quellen und Medien sowie darin enthaltene Darstellungsformen im Zusammenhang mit der Intention der Autorin/ des Autors.
Informationen aufbereiten	
	Die Schülerinnen und Schüler…
K 5	strukturieren und interpretieren ausgewählte Informationen und leiten Schlussfolgerungen ab,
K 6	unterscheiden zwischen Alltags- und Fachsprache,
K 7	erklären Sachverhalte aus ultimater und proximater Sicht, ohne dabei unangemessene finale Begründungen zu nutzen,
K 8	unterscheiden zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen,
K 9	nutzen geeignete Darstellungsformen für biologische Sachverhalte und überführen diese ineinander,
K 10	verarbeiten sach-, adressaten- und situationsgerecht Informationen zu biologischen Sachverhalten.
Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren	
	Die Schülerinnen und Schüler…
K 11	präsentieren biologische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien,
K 12	prüfen die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate,
K 13	tauschen sich mit anderen konstruktiv über biologische Sachverhalte auch in digitalen kollaborativen Arbeitssituationen aus und vertreten, reflektieren und korrigieren gegebenenfalls den eigenen Standpunkt,

K 14	argumentieren wissenschaftlich zu biologischen Sachverhalten kriterien- und evidenzbasiert sowie situationsgerecht.

Bewertungskompetenz	
Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen	
	Die Schülerinnen und Schüler…
B 1	analysieren Sachverhalte im Hinblick auf ihre Bewertungsrelevanz,
B 2	betrachten Sachverhalte aus unterschiedlichen Perspektiven,
B 3	unterscheiden deskriptive und normative Aussagen,
B 4	identifizieren Werte, die normativen Aussagen zugrunde liegen,
B 5	beurteilen Quellen hinsichtlich ihrer Herkunft und in Bezug auf spezifische Interessenlagen,
B 6	beurteilen Möglichkeiten und Grenzen biologischer Sichtweisen.
Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen	
	Die Schülerinnen und Schüler…
B 7	stellen Bewertungskriterien auf, auch unter Berücksichtigung außerfachlicher Aspekte,
B 8	entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug und wägen sie ab,
B 9	bilden sich kriteriengeleitet Meinungen und treffen Entscheidungen auf der Grundlage von Sachinformationen und Werten.
Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren	
	Die Schülerinnen und Schüler…
B 10	reflektieren kurz- und langfristige, lokale und globale Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen,
B 11	reflektieren den Prozess der Bewertung aus persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Perspektive,
B 12	beurteilen und bewerten Auswirkungen von Anwendungen der Biologie im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer, politischer und sozialer Perspektive.

1.1.11 Konkretisierte Kompetenzerwartungen für die Qualifikationsphase im Grund- und Leistungskurs

Stoffwechsel:

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Die Schülerinnen und Schüler…

im Grundkurs	im Leistungskurs	
erklären funktionale Angepasstheiten an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen S4–6 E3 K6–8		Sachkompetenz (S)
erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der Fotosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht S2 S7 E2 K9		
	vergleichen die Sekundärvorgänge bei C_3- und C_4-Pflanzen und erklären sie mit der Angepasstheit an unterschiedliche Standortfaktoren S1 S5 S7 K7	
stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung S1 S7 K9	stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben *und anaeroben* Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung S1 S7 K9	
	vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen S4 S7 E12 K9 K11	
erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten S3 E1 E4 E8 E13		Erkenntnisgewinnungskompetenz (E)
analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren E4–11		
erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels S7 E1–4 E11 E12		
	werten durch die Anwendung von Tracermethoden erhaltene Befunde zum Ablauf mehrstufiger Reaktionswege aus S2 E9 E10 E15	
	beurteilen und bewerten multiperspektivisch Zielsetzungen einer biotechnologisch optimierten Fotosynthese im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung E17 K2 K13 B2 B7 B12	Bewertungskompetenz (B)
nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung S6 K1–4 B5 B7 B9		

Neurobiologie:

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Die Schülerinnen und Schüler…

im Grundkurs	im Leistungskurs	
erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion S3 E12		Sachkompetenz (S)
erklären die Erregungsübertragung an einer Synapse und erläutern die Auswirkungen exogener Substanzen S1 S6 E12 K9 B1 B6		
	erläutern die Bedeutung der Verrechnung von Potenzialen für die Erregungsleitung S2 K11	
	erläutern das Prinzip der Signaltransduktion bei primären und sekundären Sinneszellen S2 K6 K10	
	erläutern synaptische Plastizität auf der zellulären Ebene und leiten ihre Bedeutung für den Prozess des Lernens ab S2 S6 E12 K1	
	beschreiben die Verschränkung von hormoneller und neuronaler Steuerung am Beispiel der Stressreaktion S2 S6	
entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Aufrechterhaltung und Beeinflussung des Ruhepotenzials S4 E3		Erkenntnisgewinnungskompetenz (E)
erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge S3 E14	erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge *und stellen die Anwendung eines zugehörigen neurophysiologischen Verfahrens dar* S3 E14	
vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an S6 E1–3		
nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung B5–9		Bewertungskompetenz (B)
	analysieren die Folgen einer neuronalen Störung aus individueller und gesellschaftlicher Perspektive S3 K1–4 B2 B6	

Ökologie:

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Die Schülerinnen und Schüler…

im Grundkurs	im Leistungskurs	
erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem S5–7 K8		Sachkompetenz (S)
erläutern die ökologische Nische als Wirkungsgefüge S4 S7 E17 K7 K8		
analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen S7 S8 K11–14		
untersuchen auf der Grundlage von Daten die physiologische und ökologische Potenz von Lebewesen S7 E1–3 E9 E13		Erkenntnisgewinnungskompetenz (E)
	interpretieren grafische Darstellungen der Populationsdynamik unter idealisierten und realen Bedingungen auch unter Berücksichtigung von Fortpflanzungsstrategien S5 E9 E10 E12 K9	
analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen		

S4	S7	E9	K6–8				
bestimmen Arten in einem ausgewählten Areal und begründen ihr Vorkommen mit dort erfassten ökologischen Faktoren							
E3	E4	E7–9	E15	K8			
analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem							
S7	E12	E14	K2	K5			
erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit							
S8	K12	K14	B2	B5	B10		
analysieren Schwierigkeiten der Risikobewertung für hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt unter Berücksichtigung verschiedener Interessenslagen							
E15	K10	K14	B1	B2	B5		
beurteilen anhand des ökologischen Fußabdrucks den Verbrauch endlicher Ressourcen aus verschiedenen Perspektiven							
K13	K14	B8	B10	B12			
erläutern geografische, zeitliche und soziale Auswirkungen des anthropogen bedingten Treibhauseffektes und entwickeln Kriterien für die Bewertung von Maßnahmen							
S3	E16	K14	B4	B7	B10	B12	

Bewertungskompetenz (B)

Genetik und Evolution:

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Die Schülerinnen und Schüler…

im Grundkurs							im Leistungskurs
erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten							
S2	S5	E12	K5	K6			
erklären die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren und DNA-Methylierung							
S2	S6	E9	K2	K11			
erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp							
S4	S6	S7	E1	K8			
begründen Eigenschaften von Krebszellen mit Veränderungen in Proto-Onkogenen und Anti-Onkogenen (Tumor-Suppressor-Genen)							
S3	S5	S6	E12				
begründen den Einsatz der personalisierten Medizin in der Krebstherapie							
S4	S6	E14	K13				
begründen die Veränderungen im Genpool einer Population mit der Wirkung der Evolutionsfaktoren							
S2	S5	S6	K7				
erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse							
S3	S5–7	K7	K8				
erklären Prozesse des Artwandels und der Artbildung mithilfe der Synthetischen Evolutionstheorie							
S4	S6	S7	E12	K6	K7		
leiten ausgehend vom Bau der DNA das Grundprinzip der semikonservativen Replikation aus experimentellen Befunden ab							
S1	E1	E9	E11	K10			
deuten Ergebnisse von Experimenten zum Ablauf der Proteinbiosynthese (u. a. zur Entschlüsselung des genetischen Codes)							
S4	E9	E12	K2	K9			
erläutern die Genregulation bei Eukaryoten durch RNA-Interferenz und Histon-Modifikation anhand von Modellen							

Sachkompetenz (S)

Erkenntnisgewinnungskompetenz (E)

	S5 S6 E4 E5 K1 K10	
	erläutern PCR und Gelelektrophorese unter anderem als Verfahren zur Feststellung von Genmutationen S4 S6 E8–10 K11	
analysieren Familienstammbäume und leiten daraus mögliche Konsequenzen für Gentest und Beratung ab S4 E3 E11 E15 K14 B8		
deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen S1 S3 E1 E9 E12 K8		
analysieren phylogenetische Stammbäume im Hinblick auf die Verwandtschaft von Lebewesen und die Evolution von Genen S4 E2 E10 E12 K9 K11		
	erläutern datenbasiert das Fortpflanzungsverhalten von Primaten auch unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung S3 S5 E3 E9 K7	
	diskutieren wissenschaftliche Befunde und Hypothesen zur Humanevolution auch unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit S4 E9 E12 E15 K7 K8	
	analysieren die Bedeutung der kulturellen Evolution für soziale Lebewesen E9 E14 K7 K8 B2 B9	
bewerten Nutzen und Risiken einer Gentherapie beim Menschen S1 K14 B3 B7–9 B11	bewerten Nutzen und Risiken einer Gentherapie beim Menschen *und nehmen zum Einsatz gentherapeutischer Verfahren Stellung* S1 K14 B3 B7–9 B11	Bewertungskompetenz (B)
	erklären die Herstellung rekombinanter DNA und nehmen zur Nutzung gentechnisch veränderter Organismen Stellung S1 S8 K4 K13 B2 B3 B9 B12	
begründen die Abgrenzung der Synthetischen Evolutionstheorie gegen nicht-naturwissenschaftliche Positionen und nehmen zu diesen Stellung E15–17 K4 K13 B1 B2 B5		

2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit

2.1 Überfachliche und fachliche Grundsätze

In Absprache mit der Lehrerkonferenz sowie unter Berücksichtigung des Schulpro-gramms hat die Fachkonferenz Biologie die folgenden fachmethodischen und fachdidaktischen Grundsätze beschlossen. In diesem Zusammenhang beziehen sich die Grundsätze 1 bis 14 auf fächerübergreifende Aspekte, die auch Gegenstand der Qualitätsanalyse sind, die Grundsätze 15 bis 25 sind fachspezifisch angelegt.

Überfachliche Grundsätze:

1.) Geeignete Problemstellungen zeichnen die Ziele des Unterrichts vor und bestimmen die Struktur der Lernprozesse.
2.) Inhalt und Anforderungsniveau des Unterrichts entsprechen dem Leistungsvermögen der Lerner.
3.) Die Unterrichtsgestaltung ist auf die Ziele und Inhalte abgestimmt.
4.) Medien und Arbeitsmittel sind lernernah gewählt.
5.) Die Schülerinnen und Schüler erreichen einen Lernzuwachs.
6.) Der Unterricht fördert und fordert eine aktive Teilnahme der Lerner.
7.) Der Unterricht fördert die Zusammenarbeit zwischen den Lernenden und bietet ihnen Möglichkeiten zu eigenen Lösungen.
8.) Der Unterricht berücksichtigt die individuellen Lernwege der einzelnen Lerner.
9.) Die Lerner erhalten Gelegenheit zu selbstständiger Arbeit und werden dabei unterstützt.
10.) Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Einzel-, Partner- bzw. Gruppenarbeit sowie Arbeit in kooperativen Lernformen.
11.) Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Arbeit im Plenum.
12.) Die Lernumgebung ist vorbereitet; der Ordnungsrahmen wird eingehalten.
13.) Die Lehr- und Lernzeit wird intensiv für Unterrichtszwecke genutzt.
14.) Es herrscht ein positives pädagogisches Klima im Unterricht.

Fachliche Grundsätze:

15.) Der Biologieunterricht orientiert sich an den im gültigen Kernlehrplan ausgewiesenen, obligatorischen Kompetenzen.
16.) Der Biologieunterricht ist problemorientiert und an Unterrichtsvorhaben und Kontexten ausgerichtet.
17.) Der Biologieunterricht ist lerner- und handlungsorientiert, d.h. im Fokus steht das Erstellen von Lernprodukten durch die Lerner.
18.) Der Biologieunterricht ist kumulativ, d.h. er knüpft an die Vorerfahrungen und das Vorwissen der Lernenden an und ermöglicht das Erlernen von neuen Kompetenzen

19.) Der Biologieunterricht fördert vernetzendes Denken und zeigt dazu eine über die verschiedenen Organisationsebenen bestehende Vernetzung von biologischen Konzepten und Prinzipien mithilfe von Basiskonzepten auf.
20.) Der Biologieunterricht folgt dem Prinzip der Exemplarizität und gibt den Lernen-den die Gelegenheit, Strukturen und Gesetzmäßigkeiten möglichst anschaulich in den ausgewählten Problemen zu erkennen.
21.) Der Biologieunterricht bietet nach Produkt-Erarbeitungsphasen immer auch Phasen der Metakognition, in denen zentrale Aspekte von zu erlernenden Kompetenzen reflektiert werden.
22.) Der Biologieunterricht ist in seinen Anforderungen und im Hinblick auf die zu erreichenden Kompetenzen für die Lerner transparent.
23.) Im Biologieunterricht werden Diagnoseinstrumente zur Feststellung des jeweiligen Kompetenzstandes der Schülerinnen und Schüler durch die Lehrkraft, aber auch durch den Lerner selbst eingesetzt.
24.) Der Biologieunterricht bietet immer wieder auch Phasen der Übung.

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

2.2 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Auf der Grundlage von § 48 SchulG, § 13 APO-GOSt sowie Kapitel 3 des Kernlehrplans Biologie hat die Fachkonferenz im Einklang mit dem entsprechenden schulbezogenen Konzept die nachfolgenden Grundsätze zur Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung beschlossen:

- Lernerfolgsüberprüfungen müssen darauf ausgerichtet sein, SuS Gelegenheit zu geben, erworbene Kompetenzen wiederholt und in wechselnden Zusammenhängen unter Beweis zu stellen.
- Das den Lernprozess begleitende Feedback sowie Rückmeldungen zu den erreichten Lernständen sollen für die SuS eine Hilfe für die Selbsteinschätzung sowie eine Ermutigung für das weitere Lernen darstellen.
- Die Beurteilung von Leistungen soll grundsätzlich mit der Diagnose des erreichte Lernstandes und Hinweisen zum individuellen Lernfortschritt verknüpft sein.
- Die Leistungsbewertung ist so anzulegen,
    - dass sie den in den Fachkonferenzen festgelegten Grundsätzen entspricht,
    - dass die Kriterien für die Notengebung den Schülerinnen und Schülern transparent sind und
    - die Korrekturen sowie die Kommentierungen den SuS Erkenntnisse über die individuelle Lernentwicklung ermöglichen (Stärken, Entwicklungsnotwendigkeiten, Fehler,

Hinweise zu individuell erfolgversprechenden allgemeinen und fachmethodischen Lernstrategien).

- Alle Kompetenzbereiche (Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation, Bewertung) sind bei der Leistungsbewertung angemessen zu berücksichtigen. Dabei kommt dem Bereich der prozessbezogenen Kompetenzen der gleiche Stellenwert zu wie den konzeptbezogenen Kompetenzen.
- Überprüfungsformen schriftlicher, mündlicher und ggf. praktischer Art sollen darauf ausgerichtet sein, die Erreichung der Kompetenzen zu ermöglichen.
- Ein isoliertes, lediglich auf Reproduktion angelegtes Abfragen einzelner Daten und Sachverhalte wird den Ansprüchen an die Leistungsfeststellung nicht gerecht.

2.2.1 Schriftliche Arbeiten und Klausuren

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

- Die SuS müssen mit den Überprüfungsformen, die im Rahmen von Klausuren eingesetzt werden, vertraut sein und rechtzeitig sowie hinreichend Gelegenheit zur Anwendung haben.
- Über ihre unmittelbare Funktion als Instrument der Leistungsbewertung bereiten Klausuren auf die inhaltlichen und formalen Anforderungen des schriftlichen Teils der Abiturprüfungen vor.
- Der Verdeutlichung des fachlichen Verständnisses sowie der Darstellung muss bei der Leistungsbewertung hinreichend Rechnung getragen werden. Gehäufte Verstöße gegen die sprachliche Richtigkeit führen zu einer Absenkung der Note.

Einführungsphase:

1 Klausur im ersten Halbjahr (90 Minuten), im zweiten Halbjahr wird ebenfalls 1 Klausur (90 Minuten) geschrieben.

Qualifikationsphase 1:

2 Klausuren pro Halbjahr (je 90 Min. im GK und je 135 Min. im LK), wobei in einem Fach die erste Klausur im 2. Halbjahr durch eine Facharbeit ersetzt werden kann bzw. muss.

Qualifikationsphase 2.1:

2 Klausuren pro Halbjahr:
Gk: 1. Klausur 135 Min. und 2. Klausur 180 Min.
Lk: 1. und 2. Klausur 225 Min.

Qualifikationsphase 2.2:

1 Klausur, die – was den formalen Rahmen angeht – unter Abiturbedingungen geschrieben wir

2.2.2 Sonstige Leistungen im Unterricht/Sonstige Mitarbeit

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

- Zu den Möglichkeiten der „Sonstigen Leistungen im Unterricht/Sonstigen Mitarbeit" zählen unterschiedliche Formen der selbstständigen und kooperativen Aufgabenerfüllung, Beiträge zum Unterricht, von der Lehrkraft abgerufene Leistungsnachweise wie z.B. die schriftliche Übung, von der Schülerin oder dem Schüler vorbereitete, in abgeschlossener Form eingebrachte Elemente zur Unterrichtsarbeit (Präsentationen, Protokolle, Referate und Portfolios u. a.).
- Der Bewertungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht/Sonstige Mitarbeit“ erfasst die im Unterrichtsgeschehen durch mündliche, schriftliche und ggf. praktische Beiträge sichtbare Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler.
- Für die möglichen Überprüfungsformen wird kein abschließender Katalog festgesetzt.
- Für die Leistungsbewertung gelten die oben ausgeführten Ansprüche der Lernerfolgsüberprüfung und Leistungsbewertung.
- Der Stand der Kompetenzentwicklung in der „Sonstigen Mitarbeit“ wird sowohl durch Beobachtung während des Schuljahres (Prozess der Kompetenzentwicklung) als auch durch punktuelle Überprüfungen (Stand der Kompetenzentwicklung) festgestellt.

Die Vorgaben der APO-GOSt, §§13 ff, sind zu beachten.

Im Folgenden ist eine Handreichung für Lehrkräfte sowie Schülerinnen und Schüler zu den Kriterien für die Leistungsbewertung der sonstigen Mitarbeit aufgeführt:

Kriterien für die Leistungsbewertung der sonstigen Mitarbeit

Die folgenden Kriterien zur Leistungsbewertung sind Richtwerte für den Unterricht in den Naturwissenschaften Biologie, Chemie und Physik, welche dazu beitragen sollen, die Transparenz der Notengebung in diesen Fächern sowohl für die Schüler/-innen als auch für die Erziehungsberechtigten zu erhöhen. Die Kriterien sind in Anlehnung an das Schulgesetz erstellt, welches jedoch nur in wenigen Punkten konkrete Aussagen zur Gewichtung gibt.

- **mündliche Beiträge nach Qualität** und Quantität (wie z.B. Hypothesenbildung, Lösungsvorschläge, darstellen von fachlichen Zusammenhängen oder Bewertung von Ergebnissen)
- **mündliche Wiederholung von Unterrichtsinhalten** in einem zusammenhängenden Vortrag
- Hausaufgaben
- **schriftliche Aufgaben aus dem Unterricht**
- **Beherrschung der Kernkompetenzen** (wie die Analyse und Interpretation von Texten, Grafiken oder Diagrammen; korrekte Verwendung der Fachsprache, usw. → siehe Fachcurriculum)
- Kontinuität (!!!) von Leistungen während eines gesamten Schulhalbjahres
- **Experimentelles Arbeiten** (Engagement, Eigenständigkeit, Genauigkeit bei der Durchführung, Beachtung von Versuchsvorschriften, usw.) sowie Einhaltung von Sicherheitsregeln
- **Selbstständige Planung von Experimenten**
- **Besondere Leistungen:** Referate (1-2 Wochennoten), Demonstrationsexperimente, schriftliche oder mündliche Präsentationen (1x mündl. Note), Lernplakate, Modelle
- Angekündigte schriftliche Übungen (1 Wochenleistung)
- Führung eines Lerntagebuches oder Portfolios

Die **fett** gedruckten Aspekte werden vorwiegend für die Benotung in der sonstigen Mitarbeit herangezogen.

Auszug aus dem Schulgesetz:

Das Anfertigen von Hausaufgaben gehört nach § 42 (3) zu den Pflichten der Schülerinnen und Schüler. Ein Verstoß gegen diese Verpflichtung wird im Rahmen der Noten zum Arbeitsverhalten berücksichtigt. Unterrichtsbeiträge auf der Basis der Hausaufgaben können zur Leistungsbewertung herangezogen werden.

2.2.3 Kompetenzorientierte Leistungsbewertung für die Hand der Schülerinnen und Schüler

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

		Anforderungsbereiche		
		I	II	III
	Fachwissen	• Basiskonzepte kennen und mit bekannten Beispielen beschreiben, • Kenntnisse wiedergeben und mit Konzepten ver- knüpfen.	• Biologisches Wissen in einfachen Kontexten verwenden, • neue Sachverhalte konzept- bezogen beschreiben und er- klären, • biologische Sachverhalte auf verschiedenen Systemebenen erklären, • bekannte biologische Phänomene mit Basiskonzepten, Fakten und Prinzipien erläutern.	• Biologisches Wissen in komplexeren Kontexten neu verwenden, • neue Sachverhalte aus verschiedenen biologischen oder naturwissenschaftlichen Perspektiven erklären, • Systemebenen eigenständig wechseln für Erklärungen.
	Fachwissen	• Versuche nach Anleitung durchführen, • Versuche sachgerecht protokollieren, • Arbeitstechniken sachgerecht anwenden, • Untersuchungsmethoden und Modelle kennen und verwenden, • kriterienbezogene Vergleiche beschreiben, • Modelle sachgerecht nutzen, • Modelle praktisch erstellen.	• Biologische Fachfragen stellen und Hypothesen formulieren, • Experimente planen und deuten, • Beobachtungen und Daten auswerten, • biologiespezifische Arbeitstechniken in neuem Zusammenhang anwenden, • Unterschiede und Gemeinsamkeiten kriterienbezogen analysieren, • Sachverhalte mit Modellen erklären.	• Eigenständig biologische Fragen und Hypothesen finden und formulieren, • Daten hypothesenbezogen auswerten und interpretieren, • Organismen ordnen anhand selbstgewählter Kriterien, • Arbeitstechniken zielgerichtet auswählen oder variieren, • Hypothesen erstellen mit einem Modell, • Modelle kritisch prüfen im Hinblick auf ihre Aussagekraft und Tragfähigkeit.
	Fachwissen	• Eigene Kenntnisse und Arbeitsergebnisse kommunizieren, • Fachsprache benutzen, • Informationen aus leicht erschließbaren Texten, Schemata und anderen Darstellungsformen entnehmen, verarbeiten und anwenden	• Darstellungsformen wechseln, • Fachsprache in neuen Kon- texten benutzen, • Fachsprache in Alltagssprache und umgekehrt übersetzen, • Alltagsvorstellungen und biologische Sachverhalte un-	• Verschiedene Informationsquellen bei der Bearbeitung neuer Sachverhalte zielführend nutzen, • eigenständig sach- und adressatengerecht argumentieren und debattieren sowie Lösungsvorschläge begründen.
	Bewertung	• Biologischen Sachverhalt in einem bekannten Bewertungskontext wiedergeben, • Bewertungen nachvollziehen, • bekannte Bewertungskriterien zu Gesundheit, Menschenwürde, intakte Umwelt, Nachhaltigkeit beschreiben.	• Biologische Sachverhalte in einem neuen Bewertungskontext erläutern, • Entscheidungen bezüglich Mensch und Natur in einem neuen Bewertungskontext erkennen und beschreiben, • Sachverhalt in Beziehung setzen mit Werten zu Gesundheit, Menschenwürde, intakte Umwelt, Nachhaltigkeit.	• Biologische Sachverhalte in einem neuem Bewertungs- zusammen-hang erklären, • Fremdperspektiven ein- nehmen und Verständnis entwickeln für andersartige Entscheidungen, • eigenständig Stellung nehmen, • gesellschaftliche Verhandelbarkeit von Werten begründend erörtern.

		sehr gut – gut (1+ bis 2+)	gut – befriedigend (2 bis 3)	befriedigend – ausreichend (3- bis 4-)	mangelhaft	ungenügend
		- Ich kann biologisches Wissen in komplexeren Kontexten neu verwenden, - ich kann neue Sachverhalte aus verschiedenen biologischen oder naturwissenschaftlichen Perspektiven erklären, - ich kann Systemebenen eigenständig wechseln für Erklärungen.	- Ich kann biologisches Wissen in einfachen Kontexten verwenden, - ich kann neue Sachverhalte konzeptbezogen beschreiben und erklären, - ich kann biologische Sachverhalte auf verschiedenen Systemebenen erklären, - ich kann bekannte biologische Phänomene mit Basiskonzepten, Fakten und Prinzipien erläutern.	- Ich kenne Basiskonzepte und kann diese mit bekannten Beispielen beschreiben, - ich kann Kenntnisse wiedergeben und mit Konzepten verknüpfen.	>20 bis 40 Prozent der maximal erreichbaren Punktzahl Eine ausreichende Leistung ist bei Änderung des Lern- und Arbeitsverhaltens in absehbarer Zeit möglich.	0 bis 20 Prozent der maximal erreichbaren Punktzahl Eine ausreichende Leistungistauchbei ÄnderungdesLern-undArbeitsverhaltensinabsehbarerZeitkaummöglich.
		- Ich kann eigenständig biologische Fragen und Hypothesen finden und formulieren, - ich kann Daten hypothesenbezogen auswerten und interpretieren, - ich kann Organismen ordnen anhand selbstgewählter Kriterien, - ich kann Arbeitstechniken zielgerichtet auswählen oder variieren, - ich kann Hypothesen erstellen mit einem Modell, - ich kann Modelle kritisch prüfen im Hinblick auf ihre Aussagekraft und Tragfähigkeit.	- Ich kann biologische Fachfragen stellen und Hypothesen formulieren, - ich kann Experimente planen und deuten, - ich kann Beobachtungen und Daten auswerten, - ich kann biologiespezifische Arbeitstechniken in neuem Zusammenhang anwenden, - ich kann Unterschiede und Gemeinsamkeiten kriterienbezogen analysieren, - ich kann Sachverhalte mit Modellen erklären.	- Ich kann Versuche nach Anleitung durchführen, - ich kann Versuche sachgerecht protokollieren, - ich kann Arbeitstechniken sachgerecht anwenden, - ich kann Untersuchungsmethoden und Modelle kennen und verwenden, - ich kann kriterienbezogene Vergleiche beschreiben, - ich kann Modelle sachgerecht nutzen, - ich kann Modelle praktisch erstellen.		
		- Ich kann verschiedene Informationsquellen bei der Bearbeitung neuer Sachverhalte zielführend nutzen, - ich kann eigenständig sach- und adressatengerecht argumentieren und debattieren sowie Lösungsvorschläge begründen.	- Ich kann Darstellungsformen wechseln, - Ich kann Fachsprache in neuen Kontexten benutzen, - ich kann Fachsprache in Alltagssprache und umgekehrt übersetzen, - ich kann Alltagsvorstellungen und biologische Sachverhalte unterscheiden.	- Ich kann eigene Kenntnisse und Arbeitsergebnisse kommunizieren, - ich kann Fachsprache benutzen, - ich kann Informationen aus leicht erschließbaren Texten, Schemata und anderen Darstellungsformen entnehmen, verarbeiten und kommunizieren.		
	Bewertung	- Ich kann biologische Sachverhalte in einem neuem Bewertungszusammenhang - ich kann Fremdperspektiven einnehmen und Verständnis entwickeln für andersartige Entscheidungen, - ich kann eigenständig Stellung nehmen, - ich kann gesellschaftliche Verhandelbarkeit von Werten begründend erörtern.	- Ich kann biologische Sachverhalte in einem neuen Bewertungskontext erläutern - ich kann Entscheidungen bezüglich Mensch und Natur in einem neuen Bewertungskontext erkennen und beschreiben, - ich kann Sachverhalte in Beziehung setzen zu Werten wie Gesundheit, Menschenwürde, intakte Umwelt, Nachhaltigkeit.	- Ich kann biologische Sachverhalte in einem bekannten Bewertungskontext wie- - ich kann Bewertungen nachvollziehen, - ich kann bekannte Bewertungskriterien zu Gesundheit, Menschenwürde, intakte Umwelt, Nachhaltigkeit beschreiben.		

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Bewertungsbogen zur Facharbeit im Fach Biologie

Verfasser/-in: _____

Betreuender Kollege/-in:

Fachbezogene Hinweise (betrifft das Fach Biologie)

Der Umfang der Facharbeit (inhaltlicher Teil) sollte 12 Seiten nicht überschreiten. Begründete Ausnahmen hiervon sind möglich und führen nicht zu einem Punktabzug. So könnte zum Beispiel die Obergrenze von 12 Seiten durch umfangreichere, aber notwendige Versuchsprotokolle, Skizzen, Diagramme etc. überschritten werden. Dagegen werden triviale Erkenntnisse als unnötiges Füllmaterial angesehen und bei Überschreiten der Seitenzahlobergrenze mit einem Punktabzug versehen.

Hinweise zur Bewertung:

Die Bewertung der Facharbeit erfolgt nach beiliegendem Bewertungsschema (Erwartungshorizont).

Bei der Notenfindung gilt:

Die Zuordnung der Noten (einschließlich der jeweiligen Tendenzen) geht davon aus,

- dass die Note ausreichend (5 Punkte) das Erreichen von 45 % der maximalen Punktzahl und die Note gut (11 Punkte) das Erreichen von ca. 75 % der Gesamtpunktzahl voraussetzt;
- dass die Noten innerhalb der Bereiche von ungenügend (0 Punkte) bis ausreichend (5 Punkte), von ausreichend (5 Punkte) bis gut (11 Punkte) und von gut (11 Punkte) bis sehr gut plus (15 Punkte) jeweils auf der Basis einer Gleichverteilung der Punktzahlen in diesen Bereichen ermittelt werden.

Daraus resultiert die folgende Zuordnung der Notenstufen zu den Punktzahlen (nach Abiturstandard):

Note		Punkte	Erreichte Punktzahl (von 100 Punkten)
sehr gut plus	1+	15	95 - 100
sehr gut	1	14	90 - 94,5
sehr gut minus	1-	13	85 - 89,5
gut plus	2+	12	80 - 84,5
gut	2	11	75 - 79,5
gut minus	2-	10	70 - 74,5
befriedigend plus	3+	9	65 - 69,5
befriedigend	3	8	60 - 64,5
befriedigend minus	3-	7	55 - 59,5
ausreichend plus	4+	6	50 - 54,5
ausreichend	4	5	45 - 49,5
ausreichend minus	4-	4	39 - 44,5
mangelhaft plus	5+	3	33 - 38,5
mangelhaft	5	2	27 - 32,5
mangelhaft minus	5-	1	20 - 26,5
ungenügend	6	0	0 - 19,5

Bewertungsschema / Erwartungshorizont:

1. Formale Aspekte				
		P.	von	Anmerkungen
1	**Formale Gliederung**: • Deckblatt (Name, Fach, Thema, Verfasser(in), betreuende(r) Fachlehrer(in)), • Inhaltsverzeichnis und Ausarbeitung in Übereinstimmung mit dem Inhaltsverzeichnis (Kapitel, Unterkapitel, Seitenangaben) • Literaturverzeichnis der verwendeten und zitierten Sekundärliteratur und ggf. auch Primärliteratur, Internetangaben (mit vollständiger URL und Datum), ggf. Anhang der Text- und Bildquellen		**3**	
2	**Einhaltung der formalen Vorgaben** (Schrift, Ränder, Zeilen, Seitennummerierung, gliedernde Abschnitte, Versicherung der selbstständigen Anfertigung, Umfang, Zitierweise und Anmerkungen/Fußnoten)		**4**	
3	**Optischer Gesamteindruck** (Lesbarkeit, Absätze, Hervorhebungen, Nutzung von Tabellen, Bildern, etc. als Darstellungs-möglichkeiten, ggf. Sauberkeit/Übersichtlichkeit der Abbildungen, Gliederung)		**4**	
4	Dokumentation des **Arbeitsprozesses** (vgl. Arbeits- und Zeitplan, DIN A5-Blatt)		**5**	
5	**sprachliche Richtigkeit und Ausdrucksfähigkeit** (Rechtschreibung, Zeichensetzung, Grammatik, Satzbau, Wortwahl)		**4**	
Summe			**20**	

2. Inhaltliche Darstellungsweise				
		P.	von	Anmerkungen
1	Themengerechte und logische **Gliederung** der Arbeit		**4**	
2	Vorstellung und Eingrenzung des **Themas**		**3**	
3	Entwicklung und konsequente Verfolgung zentraler **Fragestellungen**		**3**	
4	Logik und Stringenz der **Argumentation** (Begründung von Thesen, Vorgehensweise, Schlüssigkeit der Bezüge zwischen den einzelnen Schritten, durchgängiger Themenbezug)		**3**	

5	Souveräner Umgang mit den **Materialien** (fachgemäßer Umgang mit Quellen, Anwendung fachgemäßer Methoden)		**2**	
Summe			**15**	

3. Wissenschaftliche Arbeitsweise				
		P.	von	Anmerkungen
1	Kenntnis, klare Definition und eindeutige Verwendung von **Fachbegriffen,** Verwendung **wissenschaftlicher Ausdrucksweise**		**2**	
2	Angemessene **Informationsbeschaffung** / Bemühung um Sekundärliteratur / kritischer Umgang mit der verwendeten Sekundärliteratur		**5**	
3	Bemühen um **Sachlichkeit** und **wissenschaftliche Distanz** in der Sprache. Klare und gewissenhafte Unterscheidung zwischen **Fakten**, **Meinungen** und der **eigenen Position** des Verfassers (Werturteile, Sachaussagen)		**3**	
4	Erkennbare **Selbstständigkeit** und **persönliches Engagement** im Umgang mit dem Thema (u. a. Beratungstermingespräche; Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten, Übersetzung englischer Literatur, Nutzung und selbstständige Auswertung von Diagrammen, Grafiken und/ oder Tabellen mit Materialbezug)		**10**	
5	**zusätzliche Leistungspunkte**			
Summe			**20**	

4. Fachbezogene Auseinandersetzung mit dem Thema / Ertrag der Arbeit				
		P.	von	Anmerkungen
1	**Problemaufwurf** / **Einleitung**		**5**	
2	Qualität der **inhaltlichen Auseinandersetzung** mit dem Thema (Einleitung / Hauptteil), z.B. Relation von Fragestellung, Material und Ergebnissen, gedankliche Reichhaltigkeit der Arbeit, etc.		**25**	
3	Kurze **Zusammenfassung** und problem-angemessene **Bewertung** der Ergebnisse (z.B. bzgl. des praktischen Teils oder auch bei der Herstellung des **Theorie-Praxis-Bezugs)**		**5**	

4	**Rückbezug** auf die Einleitung / Fragestellung		**5**	
5	**zusätzliche Leistungspunkte**			
Summe			**40**	

5. Bewertung der Annotation aus dem Bibliotheksprojekt		P.	von	Anmerkungen
1	**Annotation**		**5**	siehe Annotation

Gesamtpunktzahl		**100**	

Die Facharbeit wird mit der Note: _____ (Punkte) bewertet.

Unterschrift, Datum: _____

3 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen

Zurück zum Inhaltsverzeichnis

Die Fachkonferenz Biologie hat sich im Rahmen des Schulprogramms für folgende zentrale Schwerpunkte entschieden:

Zusammenarbeit mit anderen Fächern

???

Fortbildungskonzept

Die im Fach Biologie in der gymnasialen Oberstufe unterrichtenden Kolleginnen und Kollegen nehmen nach Möglichkeit regelmäßig an Fortbildungsveranstaltungen der umliegenden Universitäten oder der Bezirksregierungen bzw. der Kompetenzteams und des Landesinstitutes QUALIS teil. Die dort bereitgestellten oder entwickelten Materialien werden von den Kolleginnen und Kollegen in den Fachkonferenzsitzungen vorgestellt und der Biologiesammlung zum Einsatz im Unterricht bereitgestellt.

Exkursionen

In der Qualifikationsphase sollen nach Möglichkeit unterrichtsbegleitende Exkursionen zu Themen des gültigen KLP durchgeführt werden. Aus Sicht der Biologie sind folgende Exkursionsziele und Themen denkbar:

Q1.1:	Besuch des Schülerlabors (Uni Bielefeld)	(Genetik)
Q1.2/Q2.1:	Untersuchung einer Wiese/ eines Waldes (Gk/Lk) Untersuchungen am Fließgewässer (Lk)	(Ökologie) (Ökologie)

4 Qualitätssicherung und Evaluation

Evaluation des schulinternen Curriculums

Das schulinterne Curriculum stellt keine starre Größe dar, sondern ist als „lebendes Dokument“ zu betrachten. Dementsprechend werden die Inhalte stetig überprüft, um ggf. Modifikationen vornehmen zu können. Die Fachkonferenz (als professionelle Lerngemeinschaft) trägt durch diesen Prozess zur Qualitätsentwicklung und damit zur Qualitätssicherung des Faches Biologie bei.

Der Prüfmodus erfolgt jährlich. Die Erfahrungen des vergangenen Schuljahres werden in der Fachschaft gesammelt, bewertet und eventuell notwendige Konsequenzen und Handlungs-schwer-punkte formuliert.

5 Anhang