



zeppelin
gymnasium

**Schulinterner Lehrplan
Biologie
Sekundarstufe II**

zum Kernlehrplan Biologie für die Sekundarstufe II
Gymnasium/Gesamtschule
in Nordrhein-Westfalen
Heft 4723, 1. Auflage 2022
in Kraft getreten ab 1. August 2022

Inhalt

1. Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit
2. Entscheidungen zum Unterricht
 1. Unterrichtsvorhaben
 - i. Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben
 - ii. Mögliche Konkretisierte Unterrichtsvorhaben
 2. Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit
 3. Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung
 4. Lehr- und Lernmittel
3. Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen
4. Qualitätssicherung und Evaluation

1. Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

Das Fach Biologie in der gymnasialen Oberstufe ist dem mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Aufgabenfeld zugeordnet. Es wird in Grund- und ab der Jahrgangsstufe Q.1 auch in Leistungskursen unterrichtet, so dass die Biologie Bestandteil der Abiturprüfungsfächer sein kann.

Es stehen neben zwei Bioräumen auch ein „Schulzoo“, Schulteich mit Bienengarten und in Zukunft ein Schulwald zur Verfügung.

Die Naturwissenschaft Biologie hat sich von einer eher deskriptiven zu einer vorwiegend erklärenden Wissenschaft entwickelt. Gemeinsam mit anderen Wissenschaften trägt sie dazu bei, aktuelle und zukünftige wissenschaftliche, globale wie lokale ökologische, ökonomische und soziale Probleme zu bewältigen.

Als Wissenschaft des Lebens und der Lebewesen liefert die Biologie einen wesentlichen Beitrag zu unserem Selbstverständnis und einem evolutionsbiologisch geprägten Weltbild im Kontext des jeweiligen kulturellen Hintergrundes. Sie erforscht die belebte Natur, die sich in verschiedenen Systemen abbilden lässt. Biologische Erkenntnisse sind für die Erhaltung allen Lebens sowie entsprechender Lebensgrundlagen von hoher Relevanz. Beispiele sind Prinzipien einer gesunden Ernährung, Entwicklung medizinischer Produkte, Maßnahmen zum Natur- und Umweltschutz sowie der Erhalt von Biodiversität. Dies hat auch auf die künftige Gestaltung

menschlicher Gesellschaften großen Einfluss. Die Veränderung von Lebensbedingungen etwa durch medizinisch nutzbare biologische Erkenntnisse stößt Debatten an, die entscheidend für die Entwicklungsrichtung von Regeln und Gesetzen menschlicher Gesellschaften sind. Das Unterrichtsfach Biologie bietet den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit, sich aktiv mit der belebten Natur, ihrer Vielfalt und ihrem Formenreichtum und mit dem Menschen als Teil biologischer Systeme auseinanderzusetzen. Das Verständnis dieser Systeme erfordert, zwischen ihnen gedanklich zu wechseln und unterschiedliche Perspektiven einzunehmen. Damit entwickeln Schülerinnen und Schüler im Biologieunterricht in besonderem Maße multiperspektivisches und systemisches Denken gleichermaßen.

Prinzipien des Faches

Biologieunterricht in der gymnasialen Oberstufe knüpft an den Unterricht in der Sekundarstufe I an und vermittelt, neben grundlegenden Kenntnissen und Fähigkeiten, Einsichten auch in komplexere Sach- und Naturvorgänge sowie für das Fach typische Herangehensweisen an Aufgaben und Probleme. Dazu lernen Schülerinnen und Schüler zunehmend selbstständig biologische

Sichtweisen kennen und erfahren Möglichkeiten und Grenzen naturwissenschaftlichen Denkens. Sie intensivieren die qualitative und quantitative Erfassung biologischer Phänomene, präzisieren Modellvorstellungen und thematisieren Modellbildungsprozesse, die auch zu einer umfangreicheren Theoriebildung führen. Die Betrachtung und Erschließung von komplexen Ausschnitten der Lebenswelt unter biologischen Aspekten erfordert von den Schülerinnen und Schülern in hohem Maße Kommunikations- und Handlungsfähigkeit.

Zur Erfüllung dieser Aufgaben und zum Erreichen der Ziele vermittelt der Biologieunterricht in der gymnasialen Oberstufe fachliche und fachmethodische Inhalte unter Berücksichtigung von Methoden und Formen selbstständigen und kooperativen Arbeitens. Die Heterogenität der Schülerinnen und Schüler in Bezug auf Interessen, kulturellen Hintergrund, Geschlechtersozialisation, Vorerfahrungen und fachspezifische Kenntnisse sind angemessen zu berücksichtigen.

Das Lernen in Kontexten ist verbindlich. Lernen in Kontexten bedeutet, dass Fragestellungen aus der Praxis der Forschung, technische und gesellschaftliche Fragestellungen und solche aus der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler den Rahmen für Unterricht und Lernprozesse bilden. Dafür geeignete Kontexte beschreiben reale Situationen mit authentischen Problemen, deren Relevanz auch für Schülerinnen und Schüler erkennbar ist und die mit den zu erwerbenden Kompetenzen gelöst werden können.

Aufgabe der Einführungsphase ist es, Schülerinnen und Schüler auf einen erfolgreichen Lernprozess in der Qualifikationsphase vorzubereiten. Wesentliche Ziele bestehen darin, neue fachliche Anforderungen der gymnasialen Oberstufe, u. a. bezüglich einer verstärkten Formalisierung, Systematisierung und reflektierenden Durchdringung sowie einer größeren Selbstständigkeit beim Erarbeiten und Bearbeiten fachlicher Fragestellungen und Probleme zu verdeutlichen und einzuüben. Dabei ist es notwendig, die im Unterricht der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen zu konsolidieren und zu vertiefen, um eine gemeinsame Ausgangsbasis für weitere Lernprozesse zu schaffen. Insbesondere in dieser Phase ist eine individuelle Förderung von Schülerinnen und Schülern mit heterogenen Bildungsbiographien von besonderer Bedeutung.

In der Qualifikationsphase findet der Unterricht im Fach Biologie in einem Kurs auf grundlegendem Anforderungsniveau (Grundkurs) oder einem Kurs auf erhöhtem Anforderungsniveau (Leistungskurs) statt.

Die Anforderungen in den beiden Kursarten unterscheiden sich nicht nur quantitativ im Hinblick auf fachliche Aspekte und weitergehende Beispiele für Anwendungssituationen, sondern vor allem qualitativ, etwa im Grad der Vertiefung und Vernetzung der Fachinhalte sowie in der Vielfalt des fachmethodischen Vorgehens.

Sowohl im Grundkurs als auch im Leistungskurs erwerben Schülerinnen und Schüler eine wissenschaftspropädeutisch orientierte Grundbildung. Sie entwickeln die Fähigkeit, sich mit grundlegenden Fragestellungen, Sachverhalten, Problemkomplexen und Strukturen des Faches Biologie auseinanderzusetzen. Sie machen sich mit wesentlichen Arbeits- und Fachmethoden sowie Darstellungsformen des Faches vertraut und können in exemplarischer Form Zusammenhänge im Fach und mit anderen Fächern herstellen und problembezogen nutzen.

Der Unterricht im Grundkurs unterstützt durch vielfältige Bezüge und Vernetzungen die Einsicht in die Bedeutung des Faches Biologie für die Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler.

Im Leistungskurs erweitern Schülerinnen und Schüler die oben beschriebenen Fähigkeiten im Sinne einer vertieften und reflektierten wissenschaftspropädeutisch angelegten Denk- und Arbeitsweise. Im Vergleich zum Grundkurs wird dabei durch die differenziertere und stärker vernetzte Bearbeitung von Inhalten, Modellen und Theorien die Komplexität des Faches deutlicher. Die Schülerinnen und Schüler beherrschen Arbeits- und Fachmethoden in einer Weise, die ihnen selbstständiges Anwenden, Übertragen und Reflektieren in variablen Situationen ermöglicht. Dabei gelingt ihnen eine zielgerichtete und souveräne Vernetzung von innerfachlichen Teilaspekten, aber auch von verschiedenen fachlich relevanten Disziplinen.

Die Schülerinnen und Schüler sollen zudem während der gesamten Einführungs- und Qualifikationsphase in ihrer persönlichen und fachlichen Entwicklung individuelle Förderung erfahren und entsprechende Kompetenzen erwerben, die sie in ihrer Weiterentwicklung zu sozialen, studier- und berufsfähigen Individuen unterstützen. Somit können sie aktiv und verantwortungsbewusst an ihrer persönlichen Lebensgestaltung mitwirken.

Es werden im Unterricht folgende Prinzipien berücksichtigt:

- Wissenschaftspropädeutik

Sie ist Grundprinzip in der gymnasialen Oberstufe. Bezogen auf das Fach Erziehungswissenschaft geht es u.a. um eine wissenschaftsgeleitete Auseinandersetzung mit den Gegenständen des Faches, um die Untersuchung und Aufdeckung des Zusammenhangs zwischen Wissenschaft und Erziehungspraxis und um die Frage, inwieweit Wissenschaft diese Praxis beeinflussen und legitimieren kann.

- Hilfen zur persönlichen Entfaltung in sozialer Verantwortlichkeit

Die Schülerinnen und Schüler lernen im Unterricht pädagogische Handlungsfelder, Handlungsbedingungen und Möglichkeiten pädagogischen Handelns kennen und entwickeln ein Bewusstsein für die Konsequenzen pädagogischen Handelns. Das schließt ein: Hilfen zur Entfaltung personaler Identität, Entwicklung der Fähigkeit und Bereitschaft zur Kommunikation, Unterstützung und Entwicklung der Fä-

higkeit und Bereitschaft, in und gegenüber einer Gemeinschaft pädagogisch zu handeln.

Bereiche, Themen, Gegenstände

Die beiden Bereiche: Die inhaltliche Erschließung der Erziehungswirklichkeit und die methodische Erschließung der Erziehungswirklichkeit bilden die Grundstruktur des Unterrichtsfaches Erziehungswissenschaft.

Bezogen auf den ersten Bereich hat die gemeinsame Fachkonferenz des Faches Erziehungswissenschaft beider Staberger Gymnasien aus den Vorgaben der Richtlinien ein hausinternes Curriculum erarbeitet.

Die methodische Erschließung der Erziehungswirklichkeit (= ZWEITER BEREICH des Faches), eine neue Akzentsetzung im Lehrplan aller Fächer, soll der heute von vielen Seiten besonders geforderten Förderung einer flexiblen Methodenkompetenz der Schülerinnen und Schüler dienen.

Folgende Überlegungen und Forderungen sind dabei besonders zu berücksichtigen:

- Förderung der methodischen Basisqualifikationen (für selbstständiges Arbeiten oder Arbeiten im Team)
- Hilfestellung für eigenständiges lebenslanges Lernen
- Hilfe für eine angemessene Berufs- und Studienvorbereitung
- keine Zuordnung bestimmter Methoden zu bestimmten Themen oder Halbjahren, aber Bewusstmachung der Progression im Methodenerwerb
- Aufbau auf dem Methodenrepertoire aus allen Fächern der Sekundarstufe I
- Berücksichtigung der Korrespondenz (und der Notwendigkeit der Einübung I) der vier Ebenen der Beschäftigung mit der Erziehungswirklichkeit mit bestimmten methodischen Schritten (unterrichtliches Strukturierungsprinzip)
- Eigene Unterrichtsschwerpunkte sind die obligatorischen Lern- und Arbeitstechniken
 - Methoden und Techniken der Beschaffung, Erfassung und Produktion pädagogisch relevanter Informationen
 - Arbeit mit wissenschaftlichen Texten und Theorien
 - Grundtechniken des wissenschaftlichen Arbeitens
 - Kooperatives Arbeiten

1.1.1 Übersicht über Unterrichtsvorhaben

1.1.1.1 Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase (ca. 80 UStd.)

Inhaltsfeld 1 Zellbiologie

Inhaltliche Schwerpunkte:

Aufbau der Zelle

- prokaryotische Zelle
- eukaryotische Zelle: Zusammenwirken von Zellbestandteilen, Kompartimentierung, Endosymbiontentheorie
- Vielzeller: Zelldifferenzierung und Arbeitsteilung

Genetik der Zelle

- Mitose: Chromosomen, Cytoskelett
- Zellzyklus: Regulation
- Meiose
- Rekombination
- Karyogramm: Genommutationen, Chromosomenmutationen

Biochemie der Zelle

- Stoffgruppen: Kohlenhydrate, Lipide, Proteine
- Biomembranen: Transport, Prinzip der Signaltransduktion, Zell-Zell-Erkennung

Physiologie der Zelle

- Energieumwandlung: ATP-ADP-System, Redoxreaktionen – Anabolismus und Katabolismus
- Enzyme: Kinetik, Regulation
- physiologische Anpassungen: Homöostase

Fachliche Verfahren

- Mikroskopie
- Analyse von Familienstammbäumen

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Untersuchung von osmotischen Vorgängen• Untersuchung von Enzymaktivitäten |
|--|

UV EF 1: Aufbau der Zelle (ca. 21 UStd. à 45 Minuten von 80 UStd. EF)

Inhaltliche Aspekte

- prokaryotische Zelle
- eukaryotische Zelle: Zusammenwirken von Zellbestandteilen, Kompartimentierung, Endosymbiontentheorie
- Vielzeller: Zelldifferenzierung und Arbeitsteilung

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung

- 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)

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler...

- 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),
- 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),

Fachliche Verfahren:

- Mikroskopie

Sequenzierung: Leitfragen

Mögliche Sequenz von Unterrichtseinheiten

- *Welche Strukturen können bei prokaryotischen und eukaryotischen Zellen mithilfe verschiedener mikroskopischer Techniken sichtbar gemacht werden?*
- *Wie ermöglicht das Zusammenwirken der einzelnen Zellbestandteile die Lebensvorgänge in einer Zelle?*
- *Welche Erkenntnisse über den Bau von Mitochondrien und Chloroplasten stützen die Endosymbiontentheorie?*
- *Welche morphologischen Anpassungen weisen verschiedene Zelltypen von Pflanzen und Tieren in Bezug auf ihre Funktionen auf?*
- *Welche Vorteile haben einzellige und vielzellige Organisationsformen?*

UV EF 2: Genetik der Zelle (ca. 19 UStd. à 45 Minuten von 80 UStd. EF)

Inhaltliche Aspekte

- Mitose: Chromosomen, Cytoskelett
- Zellzyklus: Regulation
- Meiose
- Rekombination
- Karyogramm: Genommutationen, Chromosomenmutationen

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung

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

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler...

- erläutern Ursachen und Auswirkungen von Chromosomen- und Genommutationen (S1, S4, S6, E11, K8, K14),

- 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),
- begründen die medizinische Anwendung von Zellwachstumshemmern (Zytostatika) und nehmen zu den damit verbundenen Risiken Stellung (S3, K13, B2, B6-B9),
- diskutieren kontroverse Positionen zum Einsatz von embryonalen Stammzellen (K1-4, B1-6, B10-12).

Fachliche Verfahren:

- Analyse von Familienstammbäumen

Sequenzierung: Leitfragen

Mögliche Sequenz von Unterrichtseinheiten

- *Wie verläuft eine kontrollierte Vermehrung von Körperzellen?*
- *Wie kann unkontrolliertes Zellwachstum gehemmt werden und welche Risiken sind mit der Behandlung verbunden?*
- *Welche Ziele verfolgt die Forschung mit embryonalen Stammzellen und wie wird diese Forschung ethisch bewertet?*
- *Nach welchem Mechanismus erfolgt die Keimzellbildung und welche Mutationen können dabei auftreten?*
- *Inwiefern lassen sich Aussagen zur Vererbung genetischer Erkrankungen aus Familienstammbäumen ableiten?*

UV EF 3: Biochemie der Zelle (ca. 19 UStd. à 45 Minuten von 80 UStd. EF)

Inhaltliche Aspekte:

- Stoffgruppen: Kohlenhydrate, Lipide, Proteine
- Biomembranen: Transport, Prinzip der Signaltransduktion, Zell-Zell-Erkennung

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung

- 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)

Konkretisierte Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler ...

- erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5-7, K6),
- 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),

Fachliche Verfahren: (keine)

Sequenzierung: Leitfragen

Mögliche Sequenz von Unterrichtseinheiten

- *Wie hängen Strukturen und Eigenschaften der Moleküle des Lebens zusammen?*
- *Wie erfolgte die Aufklärung der Struktur von Biomembranen und welche Erkenntnisse führten zur Weiterentwicklung der jeweiligen Modelle?*
- *Wie können Zellmembranen einerseits die Zelle nach außen abgrenzen und andererseits doch durchlässig für Stoffe sein?*
- *Welche Strukturen sind für die Zell-Zell-Erkennung in einem Organismus verantwortlich?*

UV EF 4: Physiologie der Zelle (ca. 21 UStd. à 45 Minuten von 80 UStd. EF)

Inhaltliche Aspekte:

- Energieumwandlung: ATP-ADP-System, Redoxreaktionen
- Anabolismus und Katabolismus
- Enzyme: Kinetik, Regulation
- physiologische Anpassungen: Homöostase

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung

- Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)
- Informationen aufbereiten (K)

Konkretisierte Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler ...

- 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).
- 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).

Fachliche Verfahren:

- Untersuchung von osmotischen Vorgängen
- Untersuchung von Enzymaktivitäten

Sequenzierung: Leitfragen

Mögliche Sequenz von Unterrichtseinheiten

- *Welcher Zusammenhang besteht zwischen aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel in einer Zelle stofflich und energetisch?*
- *Wie können in der Zelle biochemische Reaktionen reguliert ablaufen?*

1.1.1.2 *Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase I - Grundkurs (ca. 90 UStd.)*

UV GK-N1: Informationsübertragung durch Nervenzellen

Inhaltsfeld 2 Neurobiologie

Zeitbedarf ca. 20 UStd à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Grundlagen der Informationsverarbeitung
- Fachliche Verfahren: Potenzialmessungen

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

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

UV GK-N1a: Bau und Funktionen von Nervenzellen (ca. 12 UStd. Von 20 UStd. Q1_{Neuro})

Inhaltliche Aspekte:

- Aufbau und Funktion des Neurons
- Ruhepotential
- Aktionspotential
- Potenzialmessungen
- Erregungsleitung

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler...

- erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12).
- entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Aufrechterhaltung und Beeinflussung des Ruhepotenzials (S4, E3).

- erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14).
- vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an (S6, E1-3).

Sequenzierung: Leitfragen

Mögliche Sequenz von Unterrichtseinheiten

Wie ermöglicht die Struktur eines Neurons die Aufnahme und Weitergabe von Informationen?

- Materialgestützte Erarbeitung zum Aufbau und zur Funktion des Neurons inkl. kurzer Informationen zum Nervensystem (ZNS, PNS, Sinnesorgan und Effektor, Zellkörper, Dendriten, Axonhügel, Axon, Endknöpfchen, Schwann'sche Zellen, Synapse)
- Kurze materialgestützte Wiederholung aus der EF zum Aufbau der Biomembran (Brown'sche Molekularbewegung, Diffusion, semipermeable Membran, dynamisches Gleichgewicht)
- Modellexperiment zum Gleichgewichtspotential (Natura OS, 266f.: Ladungsverteilung, Spannung, Konzentrationsgradient, Ladungsunterschied)
- Materialgestützte Erarbeitung zur Ableitung von Potentialen mittels Messelektroden (äußeres Milieu, Axoninnenraum, Mess- und Bezugselektrode, Oszilloskop)
- Materialgestützte Erarbeitung zum Ruhepotential (Ionenverteilung, Entstehung RP, Natrium-Kalium-Pumpe)
- Materialgestützte Erarbeitung zum Aktionspotential (spannungsabhängige Natrium-Ionenkanäle, Ruhepotential, spannungsabhängige Kalium-Ionenkanäle, Membranpotential, Schwellenwert, Repolarisation, Depolarisation, Hyperpolarisation, Erregung, Konzentrationsgradient, Natrium-Ionen, Kalium-Ionen)
- Material- und modellgestützte Erarbeitung zum Vergleich der Weiterleitung des Aktionspotentials am nicht-myelinisierten- und myelinisierten Axon (elektrisches Feld, Membranpotential, Schwann'sche Zelle, Ranvier'scher Schnürring, saltatorische Erregungsweiterleitung)

UV GK-N1b: Synapse (ca. 8 UStd. von 20 UStd. Q1_{Neuro})

Inhaltliche Aspekte:

- Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse
- Stoffeinwirkung auf Synapsen

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler...

- 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 (S3, E14).
- nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5-9).

Sequenzierung: Leitfragen

Mögliche Sequenz von Unterrichtseinheiten

Wie erfolgt die Informationsweitergabe zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese beeinflusst werden?

- Materialgestützte Erarbeitung der Erregungsübertragung an einer chemischen Synapse auf molekularer Ebene (spannungsgesteuerte Calciumionen-Kanäle, präsynaptische Endigung, synaptische Spalt und postsynaptische Zelle, Transmitter, Vesikel, SNARE-Komplex, Exocytose, Diffusion, Ach-Rezeptorkanal, Ach-Esterase)
- Materialgestützte Erarbeitung zur Wirkung von endo- und exogenen Stoffen auf Vorgänge an der Synapse in einer Tabelle zur Anwendung (synaptischer Wirkort, molekulare Wirkung an der Synapse, Wirkung auf die Erregungsweiterleitung, Wirkung auf das Erfolgsorgan)
- Materialgestützte Erarbeitung zur Wirkung von endo- und exogenen Stoffen auf Vorgänge am Axon (Natura OS, 272: Blockierung von Ionenkanälen - Kugelfische, Natrium-Kaliumpumpe)

UV GK-S1: Energieumwandlung in lebenden Systemen

Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie

Zeitbedarf: ca. 5 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)

UV GK-S1: Energieumwandlung in lebenden Systemen (ca 5 UStd)

Inhaltliche Aspekte

- Energieumwandlung
- Energieentwertung
- Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel
- ATP-ADP-System
- Stofftransport zwischen den Kompartimenten Chemiosmotische ATP-Bildung

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

Schülerinnen und Schüler...

- stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9).

Sequenzierung: Leitfragen

- Wie wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in nutzbare Energie um?

UV GK-S2: Glucosestoffwechsel - Energiebereitstellung aus Nährstoffen

Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie

Zeitbedarf: ca. 11 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Informationen erschließen (K)
- Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)

Inhaltliche Aspekte

- Feinbau Mitochondrium
- Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäure-zyklus und Atmungskette
- Redoxreaktionen
- Stoffwechselregulation auf Enzymebene

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

- Schülerinnen und Schüler...
- stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9).
- 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).

Sequenzierung: Leitfragen

- Wie kann die Zelle durch den schrittweisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen? (ca. 6 Ustd.)
- Wie beeinflussen Nahrungsergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel? (ca. 5 Ustd.)

UV GK-S3: Fotosynthese - Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie

Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie

Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

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

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

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

Inhaltliche Aspekte

- Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren
- Funktionale Anpassungen: Blattaufbau
- Funktionale Anpassungen: Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, Feinbau Chloroplast
- Chromatografie
- Chemiosmotische ATP-Bildung
- Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen,
- Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration
- Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

Schülerinnen und Schüler...

- analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4-11).
- erklären funktionale Anpassungen an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4-S6, E3, K6-8).
- erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13).
- erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der Fotosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht (S2, S7, E2, K9).

Sequenzierung: Leitfragen

- Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von Pflanzen abhängig? (ca. 4 Ustd.)
- Welche Blattstrukturen sind für die Fotosynthese von Bedeutung? (ca. 4 Ustd.)
- Welche Funktionen haben Fotosynthesepigmente?(ca. 3 Ustd.)
- Wie erfolgt die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie? (ca. 7 Ustd.)

UV GK-Ö1: Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen

Inhaltsfeld 4 Ökologie

Zeitbedarf ca. 16 UStd à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen
- Fachliche Verfahren: Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- 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)

UV GK-Ö1: Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen (ca. 16 UStd. Von 34 UStd. Q1_{öko})

Inhaltliche Aspekte:

- Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren
- Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven
- Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz
- Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische Potenz
- Ökologische Nische
- Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen
- Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler...

- erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem (S5-7, K8).
- untersuchen auf der Grundlage von Daten die physiologische und ökologische Potenz von Lebewesen (S7, E1-3, E9, E13).
- 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).

- 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).

Sequenzierung: Leitfragen

Mögliche Sequenz von Unterrichtseinheiten

- *Welche Forschungsgebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Ökologie? (ca. 3 Ustd.)*
- *Inwiefern bedingen abiotische Faktoren die Verbreitung von Lebewesen? (ca. 5 Ustd.)*
- *Welche Auswirkungen hat die Konkurrenz um Ressourcen an realen Standorten auf die Verbreitung von Arten? (ca. 5 Ustd.)*
- *Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden? (ca. 3 Ustd.)*

UV GK-Ö2: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften

Inhaltsfeld 4 Ökologie

Zeitbedarf ca. 9 UStd à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

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

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Informationen aufbereiten (K)
- Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)
- Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)

UV GK-Ö2: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften (ca. 9 UStd. Von 34 UStd. Q1_{öko})

Inhaltliche Aspekte:

- Interspezifische Beziehungen: Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen
- Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler...

- analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6-K8).
- erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10).

Sequenzierung: Leitfragen

Mögliche Sequenz von Unterrichtseinheiten

- *In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar? (ca. 5 Ustd.)*
- *Wie können Aspekte der Nachhaltigkeit im Ökosystemmanagement verankert werden? (ca. 4 Ustd.)*

UV GK-Ö3: Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen

Inhaltsfeld 4 Ökologie

Zeitbedarf ca. 9 UStd à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

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

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

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

UV GK-Ö3: Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen (ca. 9 UStd. Von 34 UStd. Q1_{öko})

Inhaltliche Aspekte:

- Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz
- Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf
- Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler...

- analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S7, E12, E14, K2, K5).
- 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).

Sequenzierung: Leitfragen

Mögliche Sequenz von Unterrichtseinheiten

In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften durch Energie-fluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbindung? (ca. 4 Ustd.)

- *Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant? (ca. 2 Ustd.)*
- *Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden? (ca. 3 Ustd.)*

1.1.1.3 *Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase II - Grundkurs (ca. 35 UStd.)*

UV GK-G1: DNA - Speicherung und Expression genetischer Information

Inhaltsfeld 5 Genetik und Evolution

Zeitbedarf ca. 27 UStd à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Molekulargenetische Grundlagen des Lebens

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)
- Informationen aufbereiten (K)

GK-G1: DNA - Speicherung und Expression genetischer Information (ca. 27 UStd. Q2_{Genetik})

Inhaltliche Aspekte:

- Speicherung und Realisierung genetischer Information: Bau der DNA, semikonservative Replikation, Transkription, Translation
- Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Genmutation
- Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler...

- leiten ausgehend vom Bau der DNA das Grundprinzip der semikonservativen Replikation aus experimentellen Befunden ab (S1, E1, E9, E11, K10).
- erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6).
- erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8).
- erklären die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren und DNA-Methylierung (S2, S6, E9, K2, K11).

Sequenzierung: Leitfragen

Mögliche Sequenz von Unterrichtseinheiten

Wie wird die identische Verdopplung der DNA vor einer Zellteilung gewährleistet? (ca. 4 Ustd.)

- Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau der DNA (→ Sek I, → EF), Erstellung eines Baustein-Modells zur Erklärung der Struktur der DNA
- Hypothesengeleitete Auswertung des MESELSON-ST AHL-Experimentes zur Erklärung des Replikationsmechanismus und Erläuterung der experimentellen Vorgehensweise
- Materialgestützte Erklärung der Eigenschaften und Funktionen ausgewählter Enzyme (DNA-Polymerase, DNA-Ligase) für die Prozesse in der Zelle z. B. anhand eines Erklärvideos/Stop-Motion
- Erläuterung des Energiebedarfs bei der DNA-Replikation etwa aufgrund der Desoxynukleosid-Triphosphate als Bausteine für die DNA-Polymerase (Bezug zum Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung)

Wie wird die genetische Information der DNA zu Genprodukten bei Prokaryoten umgesetzt? (ca. 6 Ustd.)

- Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau von Proteinen (→ EF) und Erarbeitung des Problems der Codierung bzw. Decodierung von Informationen auf DNA-Ebene, RNA-Ebene und Proteinebene am Beispiel von Bakterien (Prokaryoten)
- Erstellung eines Fließschemas zum grundsätzlichen Ablauf der Proteinbiosynthese unter Berücksichtigung der DNA-, RNA-, Polypeptid- und Proteinebene zur Strukturierung der Informationen
- Materialgestützte Erläuterung des Ablaufs der Transkription (Eigenschaften und Funktionen der RNA-Polymerase, Erkennen der Transkriptionsrichtung) unter Anwendung der Fachsprache
- Erläuterung des Vorgangs der Translation ausgehend von unterschiedlichen modellhaften Darstellungen und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modelle unter Berücksichtigung gemeinsam formulierter Kriterien
- Erarbeitung der Eigenschaften des genetischen Codes und Anwendung der Codesonne unter Rückbezug auf das erstellte Fließschema
- Berücksichtigung des Energiebedarfs der Proteinbiosynthese (Bezug zum Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung)

Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen bei der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten? (ca. 5 Ustd.)

- Aktivierung von Vorwissen zu Kompartimentierung und Organellen (→ EF) und Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zum Ablauf der Proteinbiosynthese bei Eukaryoten
- Erläuterung modellhafter Darstellungen der Genstruktur (Exons/Introns), Prozessierung der prä-mRNA zur reifen mRNA sowie alternatives Spleißen, posttranslationale Modifikation
- Erstellung einer kriteriengeleiteten Tabelle zum Vergleich der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten

- Reflexion der größeren Komplexität der Prozesse bei eukaryotischen Zellen im Zusammenhang mit der Kompartimentierung sowie der Differenzierung von Zellen und Geweben

Wie können sich Veränderungen der DNA auf die Genprodukte und den Phänotyp auswirken? (ca. 5 Ustd.)

- Aktivierung von Vorwissen zu Genommutationen, Chromosomenmutationen (→ Sek I, → EF)
- Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zur Ursache von Resistenzen (z. B. *Herzglykosid-Resistenz beim Monarchfalter*) 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 sprachsensiblen Umgang mit funktionalen und kausalen Erklärungen

Wie wird die Genaktivität bei Eukaryoten gesteuert? (ca. 7 Ustd.)

- 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
- Reflexion des Zusammenspiels der verschiedenen Ebenen der Genregulation bei Eukaryoten unter Bezügen zu den Basiskonzepten Stoff- und Energieumwandlung sowie Steuerung und Regelung

UV GK-G2: Humangenetik und Gentherapie

Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Zeitbedarf: ca. 8 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Molekulargenetische Grundlagen des Lebens

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)
- Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)

UV GK-G2: Humangenetik und Gentherapie (ca. 8 UStd. Q2_{Genetik})

Inhaltliche Aspekte:

- Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler...

- 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).

Sequenzierung: Leitfragen

Mögliche Sequenz von Unterrichtseinheiten

Welche Bedeutung haben Familienstammbäume für die genetische Beratung betroffener Familien? (ca. 4 Ustd.)

- Aktivierung von Vorwissen zur Analyse verschiedener Erbgänge anhand des Ausschlussverfahrens (→ EF)
- Reflexion der gewonnenen Erkenntnisse und Begründung der Anwendung von Gentests zur Verifizierung der Ergebnisse bei Familienberatungen
- Entwicklung von Handlungsoptionen im Beratungsprozess und Abwägen der Konsequenzen für die Betroffenen

Welche ethischen Konflikte treten im Zusammenhang mit gentherapeutischen Behandlungen beim Menschen auf? (ca. 4 Ustd.)

- 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

UV GK-E1: Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie

Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf ca. 13 UStd à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Entstehung und Entwicklung des Lebens

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Biologische Sachverhalte betrachten (S)
- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Informationen aufbereiten (K)

GK-E1: Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie (ca. 13 UStd. Q2_{Evolution})

Inhaltliche Aspekte:

- Synthetische Evolutionstheorie: Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift
- Synthetische Evolutionstheorie: adaptiver Wert von Verhalten, Kosten-Nutzen-Analyse, reproduktive Fitness
- Synthetische Evolutionstheorie: Koevolution

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler...

- 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).
- erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5-7, K7, K8).

Sequenzierung: Leitfragen

Mögliche Sequenz von Unterrichtseinheiten

Wie lassen sich Veränderungen im Genpool von Populationen erklären? (ca. 5 Ustd.)

- Formulierung von Fragen zur Entwicklung der Merkmalsverteilung bei den Schnabelgrößen und Ableitung von Hypothesen zu

den möglichen Ursachen (z.B. bei verschiedenen Grundfinkenarten)

- 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 Allelvielfalt von Populationen
- Erläuterung der Zusammenhänge zwischen den Veränderungen von Merkmalsverteilungen auf phänotypischer Ebene und den Verschiebungen von Allelfrequenzen auf genetischer Ebene unter Berücksichtigung ultimativer und proximativer Ursachen und der Vermeidung finaler Begründungen

Welche Bedeutung hat die reproduktive Fitness für die Entwicklung von angepassten Verhaltensweisen und wie können diese erklärt werden? (ca. 4. Ustd.)

- Formulierung von Fragen zur Entwicklung von Verhaltensweisen bei Tieren und Ableitung von Hypothesen unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (z.B.: Tinbergen-Experiment)
- Erläuterung des adaptiven Wertes von Verhalten unter Einbezug der reproduktiven Fitness und Berücksichtigung der Umweltbedingungen. Berücksichtigung proximativer und ultimativer Ursachen und Vermeidung finaler Begründungen

Wie lässt sich die Entstehung von Sexualdimorphismus erklären? (ca. 2 Ustd.)

- Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zum Sexualdimorphismus
- Erläuterung der intrasexuellen und intersexuellen Selektion mithilfe einer Kosten-Nutzen-Analyse sowie der reproduktiven Fitness unter Vermeidung finaler Begründungen

Welche Prozesse laufen bei der Koevolution ab? (ca. 2 Ustd.)

- Anwendung der Synthetischen Evolutionstheorie auf das System Bestäuber-Blüte unter Berücksichtigung der jeweiligen Selektionsvorteile und Selektionsnachteile für beide Arten (z.B.: Orchideen-Schwärmer und Stern von Madagaskar)
- Ableitung einer Definition für Koevolution und Erläuterung verschiedener koevolutiver Beziehungen unter Berücksichtigung ultimativer und proximativer Ursachen und Vermeidung finaler Aussagen
- Zusammenfassung der Erklärungsansätze für evolutive Prozesse auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung der Fachsprache

UV GK-E2: Stammbäume und Verwandtschaft

Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf ca. 16 UStd à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Entstehung und Entwicklung des Lebens

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- 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)

GK-E2: Stammbäume und Verwandtschaft (ca. 16 UStd. Q2_{Evolution})

Inhaltliche Aspekte:

- Stammbäume und Verwandtschaft: Artbildung, Biodiversität, populationsgenetischer Artbegriff, Isolation
- molekularbiologische Homologien, ursprüngliche und abgeleitete Merkmale
- Synthetische Evolutionstheorie: Abgrenzung von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler...

- erklären Prozesse des Artwandels und der Artbildung mithilfe der Synthetischen Evolutionstheorie (S4, S6, S7, E12, K6, K7).

- 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).
- begründen die Abgrenzung der Synthetischen Evolutionstheorie gegen nicht-naturwissenschaftliche Positionen und nehmen zu diesen Stellung (E15-E17, K4, K13, B1, B2, B5).

Sequenzierung: Leitfragen

Mögliche Sequenz von Unterrichtseinheiten

Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen? (ca. 4 Ustd.)

- 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
- Ableitung des morphologischen, biologischen und populationsgenetischen Artbegriffs und Anwendung auf Prozesse der allopatrischen und sympatrischen Artbildung
- Erläuterung der Bedeutung prä- und postzygotischer Isolationsmechanismen
- Reflexion der ultimativen und proximalen Ursachen für Artwandel und Artbildung und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der genutzten Modelle

Welche molekularen Merkmale deuten auf eine phylogenetische Verwandtschaft hin? (ca. 3 Ustd.)

- 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

Wie lässt sich die phylogenetische Verwandtschaft auf verschiedenen Ebenen ermitteln, darstellen und analysieren? (ca. 4 Ustd.)

- Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zur Verwandtschaft von ausgestorbenen mit rezenten Wirbeltieren auf der Basis morphologischer Vergleiche
- Deutung von molekularen Ähnlichkeiten und Analyse des phylogenetischen Stammbaums unter Berücksichtigung möglicher Fehlerquellen
- Erläuterung der Verwendung morphologischer und molekularer Daten zur Erstellung von Stammbäumen und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen
- Darstellung der molekularen Ähnlichkeiten auf DNA- und Proteinebene
- Erklärung der Entstehung einer Genfamilie (z.B. Hämoglobin-Gene) ausgehend von Genduplikationen und unabhängiger Entwicklung der einzelnen Genvarianten
- Diskussion der Evolution von Genfamilien anhand von Gen-Stammbäumen und Abgrenzung zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen

Wie lassen sich konvergente Entwicklungen erkennen? (ca. 3 Ustd.)

- Deutung der Übereinstimmungen im Hinblick auf die phylogenetische Verwandtschaft von Arten auf der einen Seite und den unabhängig voneinander entstandenen Mutationen auf der anderen Seite (z.B. in Myoglobin-Genen)
- Reflexion des Phänomens konvergenter Entwicklungen unter Einbezug der Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels (Basiskonzept Individuelle und evolutive Entwicklung)

Wie lässt sich die Synthetische Evolutionstheorie von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen abgrenzen? (ca. 2 Ustd.)

- 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 Intentionen der jeweiligen Quellen

UV LK-N1: Erregungsentstehung und Erregungsleitung an einem Neuron

Inhaltsfeld 2 Neurobiologie

Zeitbedarf ca. 18 UStd à 45 Minuten von 32 UStd. Q1_{Neuro}

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Grundlagen der Informationsverarbeitung
- Fachliche Verfahren: Potenzialmessungen, neurophysiologische Verfahren

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)
- Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)

Inhaltliche Aspekte:

- Aufbau und Funktion des Neurons
- Ruhepotential
- Aktionspotential
- Neurophysiologische Verfahren, Potenzialmessungen
- Erregungsleitung
- Störungen des neuronalen Systems
- Primäre und sekundäre Sinneszelle, Rezeptorpotential

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler...

- erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12).
- entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Aufrechterhaltung und Beeinflussung des Ruhepotenzials (S4, E3).
- 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).

- analysieren die Folgen einer neuronalen Störung aus individueller und gesellschaftlicher Perspektive (S3, K1-4, B2, B6).
- erläutern das Prinzip der Signaltransduktion bei primären und sekundären Sinneszellen (S2, K6, K10).

Sequenzierung: Leitfragen

Mögliche Sequenz von Unterrichtseinheiten

Wie ermöglicht die Struktur eines Neurons die Aufnahme und Weitergabe von Informationen? (ca. 12 UStd.)

- Materialgestützte Erarbeitung zum Aufbau und zur Funktion des Neurons inkl. Kurze Informationen zum Nervensystem (ZNS, PNS, Sinnesorgan und Effektor, Zellkörper, Dendriten, Axonhügel, Axon, Endknöpfchen, Schwann'sche Zellen, Synapse)
- Kurze materialgestützte Wiederholung aus der EF zum Aufbau der Biomembran (Brown'sche Molekularbewegung, Diffusion, semipermeable Membran, dynamisches Gleichgewicht)
- Modellexperiment zum Gleichgewichtspotential (Natura OS, 266f.: Ladungsverteilung, Spannung, Konzentrationsgradient, Ladungsunterschied)
- Materialgestützte Erarbeitung zur Ableitung von Potentialen mittels Messelektroden (äußeres Milieu, Axoninnenraum, Mess- und Bezugselektrode, Oszilloskop, Patch-Clamp-Technik)
- Materialgestützte Erarbeitung zum Ruhepotential (Ionenverteilung, Entstehung RP, Natrium-Kalium-Pumpe)
- Materialgestützte Erarbeitung zum Aktionspotential (spannungsabhängige Natrium-Ionenkanäle, Ruhepotential, spannungsabhängige Kalium-Ionenkanäle, Membranpotential, Schwellenwert, Repolarisation, Depolarisation, Hyperpolarisation, Erregung, Konzentrationsgradient, Natrium-Ionen, Kalium-Ionen)
- Material- und modellgestützte Erarbeitung zum Vergleich der Weiterleitung des Aktionspotentials am nicht-myelinisierten- und myelinisierten Axon (elektrisches Feld, Membranpotential, Schwann'sche Zelle, Ranvier'scher Schnürring, saltatorische Erregungsweiterleitung)

Wie kann eine Störung des neuronalen Systems die Informationsweitergabe beeinflussen? (ca. 2 UStd.)

- Materialgestützte Erarbeitung (Natura OS, 304f.: Alzheimer-Demenz, Parkinson)

Wie werden Reize aufgenommen und zu Signalen umgewandelt? (ca. 4 UStd.)

- Materialgestützte Erarbeitung zum Prinzip der Signaltransduktion (FA: Sinneszellen, adäquater Reiz, Transduktion, Codierung, Reizschwelle, Generatorregion und Rezeptorpotential)

UV LK-N2: Informationsweitergabe über Zellgrenzen

Inhaltsfeld 2 Neurobiologie

Zeitbedarf ca. 14 UStd à 45 Minuten von 32 UStd. Q1_{Neuro}

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Grundlagen der Informationsverarbeitung, Neuronale Plastizität

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Informationen aufarbeiten (K)
- Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)

Inhaltliche Aspekte:

- Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse
- Verrechnung: Funktion einer hemmenden Synapse, räumliche und zeitliche Summation
- Stoffeinwirkung auf Synapsen
- Zelluläre Prozesse des Lernens
- Hormone: Hormonwirkung, Verschränkung hormoneller und neuronaler Steuerung

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler...

- 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).
- erläutern die Bedeutung der Verrechnung von Potenzialen für die Erregungsleitung (S2, K11).
- nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5-9).

- erläutern die 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).

Sequenzierung: Leitfragen

Mögliche Sequenz von Unterrichtseinheiten

Wie erfolgt die Informationsweitergabe zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese beeinflusst werden? (ca. 8 UStd.)

- Modell- und materialgestützte Erarbeitung der Erregungsübertragung an einer chemischen Synapse und zur Verrechnung von Potenzialen mit der Funktion der Synapse auf molekularer Ebene (spannungsgesteuerte Calciumionen-Kanäle, präsynaptische Endigung, synaptische Spalt und postsynaptische Zelle, Transmitter, Vesikel, SNARE-Komplex, Exocytose, Diffusion, Ach-Rezeptorkanal, Ach-Esterase, elektrisches Modell aus der Sammlung, EPSP, IPSP, Amplituden- und Frequenzmodulation)
- Materialgestützte Erarbeitung zur Wirkung von endo- und exogenen Stoffen auf Vorgänge an der Synapse in einer Tabelle zur Anwendung (synaptischer Wirkort, molekulare Wirkung an der Synapse, Wirkung auf die Erregungsweiterleitung, Wirkung auf das Erfolgsorgan)
- Materialgestützte Erarbeitung zur Wirkung von endo- und exogenen Stoffen auf Vorgänge am Axon (Natura OS, 272: Blockierung von Ionenkanälen - Kugelfische, Natrium-Kaliumpumpe)

Wie kann Lernen auf neuronaler Ebene erklärt werden? (ca. 4 UStd.)

- Materialgestützte Erarbeitung zum Gedächtnis (Modelle) und zur neuronalen Plastizität (Natura OS 298f., 307: Bau des menschlichen Gehirns: Zwischen-, Mittel-, Nach-, Hinter- und Endhirn mit Großhirnrinde, Kurzzeit- und Langzeitplastizität)

Wie wirken neuronales System und Hormonsystem bei der Stressreaktion zusammen? (ca. 2 UStd.)

- Materialgestützte Erarbeitung (Natura OS, 296, _____)

UV LK-S1: Energieumwandlung in lebenden Systemen

Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie

Zeitbedarf: ca. 6 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)

Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)

UV LK-S1: Energieumwandlung in lebenden Systemen (ca 5 UStd)

Inhaltliche Aspekte

- Energieumwandlung
- Energieentwertung
- Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel
- ATP-ADP-System
- Stofftransport zwischen den Kompartimenten
- Chemiosmotische ATP-Bildung

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

Schülerinnen und Schüler...

- vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11).

Sequenzierung: Leitfragen

- Wie wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in nutzbare Energie um?

UV LK-S2: Glucosestoffwechsel - Energiebereitstellung aus Nährstoffen

Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie

Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

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

Inhaltliche Aspekte

- Feinbau Mitochondrium
- Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäure-zyklus und Atmungskette
- Redoxreaktionen
- Redoxreaktionen
- Alkoholische Gärung und Milchsäuregärung
- Stoffwechselregulation auf Enzymebene

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

- Schülerinnen und Schüler...
- stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9).
- 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).

- vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11).
- stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben und anaeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9).

Sequenzierung: Leitfragen

- Wie kann die Zelle durch den schrittweisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen? (ca. 8 Ustd.)
- Wie beeinflussen Nahrungsergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel? (ca. 6 Ustd.)
- *Welche Bedeutung haben Gärungsprozesse für die Energiegewinnung?* (ca. 2 Ustd.)

UV LK-S3: Fotosynthese - Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie

Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie

Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel, Fachliche Verfahren: Chromatografie, , Tracer-Methode

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Biologische Sachverhalte betrachten (S)
- Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)
- Informationen aufbereiten (K)
- Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)

Inhaltliche Aspekte

- Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren
- Funktionale Anpassungen: Blattaufbau
- Funktionale Anpassungen: Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, Feinbau Chloroplast
- Chromatografie
- 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

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

Schülerinnen und Schüler...

- analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4-11).
- erklären funktionale Anpassungen an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4-S6, E3, K6-8).
- erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13).
- erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der Fotosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht (S2, S7, E2, K9).
- vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11).
- werten durch die Anwendung von Tracermethoden erhaltene Befunde zum Ablauf mehrstufiger Reaktionswege aus (S2, E9, E10, E15).

Sequenzierung: Leitfragen

- Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von Pflanzen abhängig? (ca. 4 Ustd.)
- Welche Blattstrukturen sind für die Fotosynthese von Bedeutung? (ca. 4 Ustd.)
- Welche Funktionen haben Fotosynthesepigmente?(ca. 3 Ustd.)
- Wie erfolgt die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie? (ca. 12 Ustd.)

UV LK-S4: Fotosynthese - natürliche und anthropogene Prozessoptimierung

Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie

Zeitbedarf: ca. 8 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)

- Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)
- Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)

Inhaltliche Aspekte

- Funktionale Anpassungen: Blattaufbau
- C4-Pflanzen
- Stofftransport zwischen Kompartimenten
- Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

Schülerinnen und Schüler...

- vergleichen die Sekundärvorgänge bei C3- und C4- Pflanzen und erklären diese mit der Anpassung an unterschiedliche Standortfaktoren (S1, S5, S7, K7).
- beurteilen und bewerten multiperspektivisch Zielsetzungen einer biotechnologisch optimierten Fotosynthese im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung (E17, K2, K13, B2, B7, B12).

Sequenzierung: Leitfragen

- Welche morphologischen und physiologischen Anpassungen ermöglichen eine effektive Fotosynthese an heißen und trockenen Standorten? (ca. 4 Ustd.)
- Inwiefern können die Erkenntnisse aus der Fotosyntheseforschung zur Lösung der weltweiten CO₂-Problematik beitragen? (ca. 4 Ustd.)

UV LK-Ö1: Anpassungen von Lebewesen an Umweltbedingungen

Inhaltsfeld 4: Ökologie

Zeitbedarf ca. 22 UStd à 45 Minuten von 58 UStd. Q1

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen,
- Fachliche Verfahren: Erfassung ökologischer Faktoren und quantitative und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- 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)

Inhaltliche Aspekte:

- Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren
- Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven
- Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz
- Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische Potenz
- Ökologische Nische
- Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen
- Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler...

- erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem (S5-7, K8).

- untersuchen auf der Grundlage von Daten die physiologische und ökologische Potenz von Lebewesen (S7, E1-3, E9, E13).
- 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).
- 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).

Sequenzierung: Leitfragen

Mögliche Sequenz von Unterrichtseinheiten

- *Welche Forschungsgebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Ökologie? (ca. 3 Ustd.)*
- *Inwiefern bedingen abiotische Faktoren die Verbreitung von Lebewesen? (ca. 8 Ustd.)*
- *Welche Auswirkungen hat die Konkurrenz um Ressourcen an realen Standorten auf die Verbreitung von Arten? (ca. 7 Ustd.)*
- *Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden? (ca. 4 Ustd.)*

UV LK-Ö2: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften

Inhaltsfeld 4 Ökologie

Zeitbedarf ca. 18 UStd à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

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

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)
- Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)
- Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)

UV LK-Ö2: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften (ca. 18 UStd. Von 58 UStd. Q1_{öko})

Inhaltliche Aspekte:

- Idealierte Populationsentwicklung: exponentielles und logistisches Wachstum
- Fortpflanzungsstrategien: r- und K-Strategien
- Interspezifische Beziehungen: Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen
- Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität
- Hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler...

- • 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-K8).

- 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).

Sequenzierung: Leitfragen

Mögliche Sequenz von Unterrichtseinheiten

- *Welche grundlegenden Annahmen gibt es in der Ökologie über die Dynamik von Populationen? (ca. 6 Ustd.)*
- *In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar? (ca. 5 Ustd.)*
- *Wie können Aspekte der Nachhaltigkeit im Ökosystemmanagement verankert werden? (ca. 6 Ustd.)*

UV LK-Ö3: Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen

Inhaltsfeld 4 Ökologie

Zeitbedarf ca. 18 UStd à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

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

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

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

UV LK-Ö3: Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen (ca. 18 UStd. Von 58 UStd. Q1)

Inhaltliche Aspekte:

- Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz
- Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf
- Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts
- Ökologischer Fußabdruck
- Stickstoffkreislauf
- Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, nachhaltige Nutzung

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler...

- analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5).

- 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).
- 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).

Sequenzierung: Leitfragen

Mögliche Sequenz von Unterrichtseinheiten

- *In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften durch Energiefluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbindung? (ca. 5 Ustd.)*
- *Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant? (ca. 3 Ustd.)*
- *Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden? (ca. 5 Ustd.)*
- *Wie können umfassende Kenntnisse über ökologische Zusammenhänge helfen, Lösungen für ein komplexes Umweltproblem zu entwickeln?(ca. 5 Ustd.)*

UV LK-G1: DNA - Speicherung und Expression genetischer Information

Inhaltsfeld 5 Genetik und Evolution

Zeitbedarf ca. 28 UStd à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Molekulargenetische Grundlagen des Lebens, Fachliche Verfahren: PCR, Gelelektrophorese

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)
- Informationen aufbereiten (K)

GK-G1: DNA - Speicherung und Expression genetischer Information (ca. 27 UStd. Q2_{Genetik})

Inhaltliche Aspekte:

- Speicherung und Realisierung genetischer Information: Bau der DNA, semikonservative Replikation, Transkription, Translation
- Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Genmutation
- PCR
- Gelelektrophorese

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler...

- leiten ausgehend vom Bau der DNA das Grundprinzip der semikonservativen Replikation aus experimentellen Befunden ab (S1, E1, E9, E11, K10).
- 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)
- erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8).

- erläutern PCR und Gelelektrophorese unter anderem als Verfahren zur Feststellung von Genmutationen (S4, S6, E8-10, K11).

Sequenzierung: Leitfragen

Mögliche Sequenz von Unterrichtseinheiten

Wie wird die identische Verdopplung der DNA vor einer Zellteilung gewährleistet? (ca. 4 Ustd.)

- Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau der DNA (→ Sek I, → EF), Erstellung eines Baustein-Modells zur Erklärung der Struktur der DNA
- Hypothesengeleitete Auswertung des MESELSON-STAHN-Experimentes zur Erklärung des Replikationsmechanismus und Erläuterung der experimentellen Vorgehensweise
- Materialgestützte Erklärung der Eigenschaften und Funktionen ausgewählter Enzyme (DNA-Polymerase, DNA-Ligase) für die Prozesse in der Zelle z. B. anhand eines Erklärvideos/Stop-Motion
- Erläuterung des Energiebedarfs bei der DNA-Replikation etwa aufgrund der Desoxynukleosid-Triphosphate als Bausteine für die DNA-Polymerase (Bezug zum Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung)

Wie wird die genetische Information der DNA zu Genprodukten bei Prokaryoten umgesetzt? (ca. 8 Ustd.)

- Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau von Proteinen (→ EF) und Erarbeitung des Problems der Codierung bzw. Decodierung von Informationen auf DNA-Ebene, RNA-Ebene und Proteinebene am Beispiel von Bakterien (Prokaryoten)
- Erstellung eines Fließschemas zum grundsätzlichen Ablauf der Proteinbiosynthese unter Berücksichtigung der DNA-, RNA-, Polypeptid- und Proteinebene zur Strukturierung der Informationen
- Materialgestützte Erläuterung des Ablaufs der Transkription (Eigenschaften und Funktionen der RNA-Polymerase, Erkennen der Transkriptionsrichtung) unter Anwendung der Fachsprache
- Erläuterung des Vorgangs der Translation ausgehend von unterschiedlichen modellhaften Darstellungen und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modelle unter Berücksichtigung gemeinsam formulierter Kriterien
- Erarbeitung der Eigenschaften des genetischen Codes und Anwendung der Codesonne unter Rückbezug auf das erstellte Fließschema
- Berücksichtigung des Energiebedarfs der Proteinbiosynthese (Bezug zum Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung)
- Analyse der Experimente von MATTHAEI und NIRENBERG zur Entschlüsselung des genetischen Codes nach dem naturwissenschaftlichen Weg der Erkenntnisgewinnung und ggf. weiterer Experimente
- Reflexion der Fragestellungen und Methoden der ausgewählten Experimente zum Ablauf der Proteinbiosynthese (z. B. hinsichtlich der technischen Möglichkeiten)

Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen bei der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten? (ca. 5 Ustd.)

- Aktivierung von Vorwissen zu Kompartimentierung und Organellen (→ EF) und Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zum Ablauf der Proteinbiosynthese bei Eukaryoten
- Erläuterung modellhafter Darstellungen der Genstruktur (Exons/Introns), Prozessierung der prä-mRNA zur reifen mRNA sowie alternatives Spleißen, posttranslationale Modifikation
- Erstellung einer kriteriengeleiteten Tabelle zum Vergleich der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten
- Reflexion der größeren Komplexität der Prozesse bei eukaryotischen Zellen im Zusammenhang mit der Kompartimentierung sowie der Differenzierung von Zellen und Geweben

Wie können sich Veränderungen der DNA auf die Genprodukte und den Phänotyp auswirken? (ca. 5 Ustd.)

- Aktivierung von Vorwissen zu Genommutationen, Chromosomenmutationen (→ Sek I, → EF)
- Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zur Ursache von Resistenzen (z. B. *Herzglykosid-Resistenz beim Monarchfalter*) 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 sprachsensiblen Umgang mit funktionalen und kausalen Erklärungen

Mit welchen molekularbiologischen Verfahren können zum Beispiel Genmutationen festgestellt werden? (ca. 6 Ustd.)

- Erläuterung der PCR-Methode unter Berücksichtigung der Funktionen der Komponenten eines PCR-Ansatzes und des Ablaufs der PCR
- 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 ggf. RFLP-Analyse (dann Erklärung der Funktion von Restriktionsenzymen als Werkzeug der Molekularbiologie); Benennung der DNA-Sequenzierung als Technik zur Analyse von Sequenzunterschieden (z. B. SARS-CoV-2-Mutanten, Diagnose von Gendefekten oder Resistenzen)

UV LK-G2: Regulation der Genexpression und Krebs

Inhaltsfeld 5 Genetik und Evolution

Zeitbedarf ca. 20 UStd à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Molekulargenetische Grundlagen des Lebens, Fachliche Verfahren: PCR, Gelelektrophorese

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)
- Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)

GK-G1: DNA - Speicherung und Expression genetischer Information (ca. 20 UStd. Q2_{Genetik})

Inhaltliche Aspekte:

- Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung, Histonmodifikation, RNA-Interferenz
- Krebs: Krebszellen, Onkogene und Anti-Onkogene, personalisierte Medizin

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler...

- 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).

- 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). Sequenzierung: Leitfragen

Mögliche Sequenz von Unterrichtseinheiten

Wie wird die Genaktivität bei Eukaryoten gesteuert? (ca. 10 Ustd.)

- 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) und kriteriengeleitete Diskussion der verschiedenen Modellierungen auch unter Berücksichtigung des Variablengefüges
- Erläuterung des natürlichen Mechanismus der RNA-Interferenz bei Pflanzen und Tieren anhand einer erarbeiteten Modellierung ausgehend von verschiedenen Darstellungen und Präsentation der Ergebnisse
- Reflexion des Zusammenspiels der verschiedenen Ebenen der Genregulation bei Eukaryoten unter Bezügen zu den Basiskonzepten Stoff- und Energieumwandlung sowie Steuerung und Regelung

Wie können zelluläre Faktoren zum ungehemmten Wachstum der Krebszellen führen? (ca. 6 Ustd.)

- Aktivierung von Vorwissen zur Bedeutung des Zellzyklus und Anwendung von Zellwachstumshemmern (→ EF)
- Erläuterung der Eigenschaften von Krebszellen und medizinischer Konsequenzen unter Berücksichtigung der Vielfalt von Tumorzellen
- Modellierung der Wirkweise der von Proto-Onkogenen und Anti-Onkogenen codierten Faktoren (wie etwa RAS und p53) in Bezug auf die Kontrolle des Zellzyklus
- Formulierung von Hypothesen zu deren Fehlfunktion aufgrund von Mutationen unter Bezug auf Mechanismen der unter Einbezug der verschiedenen Systemebenen

Welche Chancen bietet eine personalisierte Krebstherapie? (ca. 4 Ustd.)

Krebstherapie: Ermöglicht eine Personalisierung die Vermeidung von Nebenwirkungen?

zentrale Unterrichtssituationen:

- *Aktivierung von Vorwissen zur Anwendung von Zellwachstumshemmern (→ EF)*

- *Erläuterung der Nebenwirkungen von Zytostatika als Medikament in der Krebstherapie 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 und ggf. weiterer Ansätze zu individualisierten Behandlungsmethoden (auch Einbezug von mRNA-Techniken ist möglich) auch unter Berücksichtigung der entstehenden Kosten durch medizinische Forschung und Produktion der Wirkstoffe*

UV LK-G3: Humangenetik und Gentherapie

Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Molekulargenetische Grundlagen des Lebens, , Fachliche Verfahren: Gentechnik: Veränderung und Einbau von DNA, Gentherapeutische Verfahren

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)
- Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)

UV LK-G3: Humangenetik und Gentherapie (ca. 18 UStd. Q2_{Genetik})

Inhaltliche Aspekte:

- Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie
- Fachliche Verfahren: Gentechnik: Veränderung und Einbau von DNA, Gentherapeutische Verfahren

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler...

- analysieren Familienstammbäume und leiten daraus mögliche Konsequenzen für Gentest und Beratung ab (S4, E3, E11, E15, K14, B8).
- 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).

Sequenzierung: Leitfragen

Mögliche Sequenz von Unterrichtseinheiten

Welche Bedeutung haben Familienstammbäume für die genetische Beratung betroffener Familien? (ca. 4 Ustd.)

- Aktivierung von Vorwissen zur Analyse verschiedener Erbgänge anhand des Ausschlussverfahrens (→ EF)
- Reflexion der gewonnenen Erkenntnisse und Begründung der Anwendung von Gentests zur Verifizierung der Ergebnisse bei Familienberatungen
- Entwicklung von Handlungsoptionen im Beratungsprozess und Abwägen der Konsequenzen für die Betroffenen

Wie wird rekombinante DNA hergestellt und vermehrt? Welche ethischen Konflikte treten bei der Nutzung gentechnisch veränderter Organismen auf? (ca. 8 Ustd.)

- Erläuterung der Eigenschaften und Funktionen von gentechnischen Werkzeugen wie Restriktionsenzymen, DNA-Ligase und den Grundelementen eines bakteriellen Vektors sowie der Herstellung rekombinanter DNA und ihrer Vermehrung in Bakterien, ggf. Blau-Weiß-Selektion am Beispiel der Insulinproduktion durch das Bakterium *Escherichia coli*
- Ableitung der erhöhten Komplexität der gentechnischen Manipulation eukaryotischer Systeme
- Diskussion der Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen unter Berücksichtigung des Erhalts der Biodiversität, ökonomischer Aspekte, politischer und sozialer Perspektiven
- Reflexion des Entscheidungsprozesses mit Unterscheidung zwischen deskriptiven und normativen Aussagen sowie Berücksichtigung der Intention der verwendeten Quellen

Welche ethischen Konflikte treten im Zusammenhang mit gentherapeutischen Behandlungen beim Menschen auf? (ca. 6 Ustd.)

- 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
- ggf. Erläuterung der Möglichkeiten und Risiken gentherapeutischer Verfahren wie die Anwendung von CRISPR-Cas beim Menschen und Diskussion der relevanten Bewertungskriterien aus verschiedenen Perspektiven

UV LK-E1: Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie

Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf ca. 20 UStd à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Entstehung und Entwicklung des Lebens

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Biologische Sachverhalte betrachten (S)
- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Informationen aufbereiten (K)

LK-E1: Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie (ca. 20 UStd. Q2_{Evolution})

Inhaltliche Aspekte:

- Synthetische Evolutionstheorie: Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift
- Synthetische Evolutionstheorie: adaptiver Wert von Verhalten, Kosten-Nutzen-Analyse, reproduktive Fitness
- Sozialverhalten bei Primaten: exogene und endogene Ursachen, Fortpflanzungsverhalten

- Synthetische Evolutionstheorie: Koevolution

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler...

- 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).
- erläutern datenbasiert das Fortpflanzungsverhalten von Primaten auch unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (S3, S5, E3, E9, K7).
- erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5-7, K7, K8).

Sequenzierung: Leitfragen

Mögliche Sequenz von Unterrichtseinheiten

Wie lassen sich Veränderungen im Genpool von Populationen erklären? (ca. 6 Ustd.)

- Formulierung von Fragen zur Entwicklung der Merkmalsverteilung bei den Schnabelgrößen und Ableitung von Hypothesen zu den möglichen Ursachen (z.B. bei verschiedenen Grundfinkenarten)
- 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 Allelvielfalt von Populationen
- Erläuterung der Zusammenhänge zwischen den Veränderungen von Merkmalsverteilungen auf phänotypischer Ebene und den Verschiebungen von Allelfrequenzen auf genetischer Ebene unter Berücksichtigung ultimativer und proximativer Ursachen und der Vermeidung finaler Begründungen

Welche Bedeutung hat die reproduktive Fitness für die Entwicklung von angepassten Verhaltensweisen und wie können diese erklärt werden? (ca. 5 Ustd.)

- Formulierung von Fragen zur Entwicklung von Verhaltensweisen bei Tieren und Ableitung von Hypothesen unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (z.B.: Tinbergen-Experiment)
- Erläuterung des adaptiven Wertes von Verhalten unter Einbezug der reproduktiven Fitness und Berücksichtigung der Umweltbedingungen. Berücksichtigung proximativer und ultimativer Ursachen und Vermeidung finaler Begründungen

Wie lässt sich die Entstehung von Sexualdimorphismus erklären? (ca. 3 Ustd.)

- Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zum Sexualdimorphismus
- Erläuterung der intrasexuellen und intersexuellen Selektion mithilfe einer Kosten-Nutzen-Analyse sowie der reproduktiven Fitness unter Vermeidung finaler Begründungen

Wie lassen sich die Paarungsstrategien und Sozialsysteme bei Primaten erklären? (ca. 4 Ustd.)

- *Ableitung der Zusammenhänge zwischen Reproduktionserfolg, ökologischer Situation und Paarungsstrategie für Männchen bzw. Weibchen und Entwicklung von Hypothesen zu den Strategien bei Primaten*
- *Erläuterung der endogenen und exogenen Ursachen von Fortpflanzungsverhalten unter der Berücksichtigung proximaler und ultimativer Erklärungen und der Vermeidung finaler Begründungen*

Welche Prozesse laufen bei der Koevolution ab? (ca. 2 Ustd.)

- Anwendung der Synthetischen Evolutionstheorie auf das System Bestäuber-Blüte unter Berücksichtigung der jeweiligen Selektionsvorteile und Selektionsnachteile für beide Arten (z.B.: Orchideen-Schwärmer und Stern von Madagaskar)
- Ableitung einer Definition für Koevolution und Erläuterung verschiedener koevolutiver Beziehungen unter Berücksichtigung ultimativer und proximaler Ursachen und Vermeidung finaler Aussagen
- Zusammenfassung der Erklärungsansätze für evolutive Prozesse auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung der Fachsprache

UV LK-E2: Stammbäume und Verwandtschaft

Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf ca. 16 UStd à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Entstehung und Entwicklung des Lebens

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- 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)

LK-E2: Stammbäume und Verwandtschaft (ca. 16 UStd. Q2_{Evolution})

Inhaltliche Aspekte:

- Stammbäume und Verwandtschaft: Artbildung, Biodiversität, populationsgenetischer Artbegriff, Isolation
- molekularbiologische Homologien, ursprüngliche und abgeleitete Merkmale
- Synthetische Evolutionstheorie: Abgrenzung von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler...

- erklären Prozesse des Artwandels und der Artbildung mithilfe der Synthetischen Evolutionstheorie (S4, S6, S7, E12, K6, K7).
- 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).
- begründen die Abgrenzung der Synthetischen Evolutionstheorie gegen nicht-naturwissenschaftliche Positionen und nehmen zu diesen Stellung (E15-E17, K4, K13, B1, B2, B5).

Sequenzierung: Leitfragen

Mögliche Sequenz von Unterrichtseinheiten

Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen? (ca. 4 Ustd.)

- 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
- Ableitung des morphologischen, biologischen und populationsgenetischen Artbegriffs und Anwendung auf Prozesse der allopatrischen und sympatrischen Artbildung
- Erläuterung der Bedeutung prä- und postzygotischer Isolationsmechanismen
- Reflexion der ultimatsten und proximatsten Ursachen für Artwandel und Artbildung und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der genutzten Modelle

Welche molekularen Merkmale deuten auf eine phylogenetische Verwandtschaft hin? (ca. 3 Ustd.)

- 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

Wie lässt sich die phylogenetische Verwandtschaft auf verschiedenen Ebenen ermitteln, darstellen und analysieren? (ca. 4 Ustd.)

- Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zur Verwandtschaft von ausgestorbenen mit rezenten Wirbeltieren auf der Basis morphologischer Vergleiche
- Deutung von molekularen Ähnlichkeiten und Analyse des phylogenetischen Stammbaums unter Berücksichtigung möglicher Fehlerquellen
- Erläuterung der Verwendung morphologischer und molekularer Daten zur Erstellung von Stammbäumen und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen
- Darstellung der molekularen Ähnlichkeiten auf DNA- und Proteinebene
- Erklärung der Entstehung einer Genfamilie (z.B. Hämoglobin-Gene) ausgehend von Genduplikationen und unabhängiger Entwicklung der einzelnen Genvarianten
- Diskussion der Evolution von Genfamilien anhand von Gen-Stammbäumen und Abgrenzung zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen

Wie lassen sich konvergente Entwicklungen erkennen? (ca. 3 Ustd.)

- Deutung der Übereinstimmungen im Hinblick auf die phylogenetische Verwandtschaft von Arten auf der einen Seite und den unabhängig voneinander entstandenen Mutationen auf der anderen Seite (z.B. in Myoglobin-Genen)
- Reflexion des Phänomens konvergenter Entwicklungen unter Einbezug der Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels (Basiskonzept Individuelle und evolutive Entwicklung)

Wie lässt sich die Synthetische Evolutionstheorie von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen abgrenzen? (ca. 2 Ustd.)

- 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 Intentionen der jeweiligen Quellen

UV LK-E3: Humanevolution und kulturelle Evolution

Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf ca. 10 UStd à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Entstehung und Entwicklung des Lebens

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)
- Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)
- Informationen aufbereiten (K)

LK-E3: Humanevolution und kulturelle Evolution (ca. 10 UStd. Q2_{Evolution})

Inhaltliche Aspekte:

- Evolution des Menschen und kulturelle Evolution: Ursprung, Fossilgeschichte, Stammbäume und Verbreitung des heutigen Menschen, Werkzeuggebrauch, Sprachentwicklung

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler...

- 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).

Sequenzierung: Leitfragen

Mögliche Sequenz von Unterrichtseinheiten

Wie kann die Evolution des Menschen anhand von morphologischen und molekularen Hinweisen nachvollzogen werden? (ca. 7 UStd.)

Stammbusch des Menschen - ein dynamisches Modell

- *Formulierung von Hypothesen zu morphologischen Anpassungen des modernen Menschen an den aufrechten Gang im Vergleich zum Schimpansen unter Berücksichtigung proximaler und ultimativer Erklärungen und Vermeidung finaler Begründungen*

- *Erläuterung von Trends in der Hominidenevolution auf Basis von Schädelvergleichen und Reflexion der Vorläufigkeit der Erkenntnisse aufgrund der lückenhaften Fossilgeschichte*
- *Diskussion der „Out-of-Africa“-Theorie unter Einbezug der Fossilgeschichte und genetischer Daten zu Neandertaler und Denisova-Mensch und Erläuterung der genetischen Vielfalt des modernen Menschen*

Welche Bedeutung hat die kulturelle Evolution für den Menschen und andere soziale Lebewesen? (ca. 3 Ustd.)

- *Erläuterung der Begriffe Kultur und Tradition im Kontext der Humanevolution mit Einbezug des Werkzeuggebrauchs und der Sprachentwicklung unter Unterscheidung funktionaler und kausaler Erklärungen*
- *Reflexion ultimer und proximer Erklärungen zur kulturellen Evolution des Menschen unter Vermeidung finaler Begründungen*
- *Analyse von Kommunikation und Tradition bei sozial lebenden Tieren (Werkzeuggebrauch bei Schimpansen, Jagdtechniken bei Orcas oder Delfinen) und multiperspektivische Diskussion ihrer Bedeutung*

2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit

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 mit Hilfe von Basiskonzepten auf.
- 20.) Der Biologieunterricht folgt dem Prinzip der Exemplarizität und gibt den Lernenden 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.
- 25.) Der Biologieunterricht bietet die Gelegenheit zum selbstständigen Wiederholen und Aufarbeiten von verpassten Unterrichtsstunden. Hierzu ist ein (geschlossener) virtueller Arbeitsraum auf der Lernplattform lo-net2 angelegt, in dem sowohl Protokolle und eine Linkliste mit „guten Internetseiten“ als auch die im Kurs verwendeten Arbeitsblätter bereitgestellt werden.

2.3 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. Die nachfolgenden Absprachen stellen die Minimalanforderungen an das lerngruppenübergreifende gemeinsame Handeln der Fachgruppenmitglieder dar. Bezogen auf die einzelne Lerngruppe kommen ergänzend weitere der in den Folgeabschnitten genannten Instrumente der Leistungsüberprüfung zum Einsatz.

- unterrichtsbegleitende Beobachtungen während GA-Phasen und Experimentierphasen (evtl. mithilfe des Beobachtungsbogens FK)

Beurteilungsbereich: Sonstige Mitarbeit

Folgende Aspekte sollen bei der Leistungsbewertung der sonstigen Mitarbeit eine Rolle spielen (die Liste ist nicht abschließend):

- Verfügbarkeit biologischen Grundwissens
- Sicherheit und Richtigkeit in der Verwendung der biologischen Fachsprache
- Sicherheit, Eigenständigkeit und Kreativität beim Anwenden fachspezifischer Methoden und Arbeitsweisen (z. B. beim Aufstellen von Hypothesen, bei Planung und Durchführung von Experimenten, beim Umgang mit Modellen, ...)
- Zielgerichtetheit bei der themenbezogenen Auswahl von Informationen und Sorgfalt und Sachrichtigkeit beim Belegen von Quellen
- Sauberkeit, Vollständigkeit und Übersichtlichkeit der Unterrichtsdokumentation, ggf. Portfolio
- Sachrichtigkeit, Klarheit, Strukturiertheit, Fokussierung, Ziel- und Adressatenbezogenheit in mündlichen und schriftlichen Darstellungsformen, auch mediengestützt
- Sachbezogenheit, Fachrichtigkeit sowie Differenziertheit in verschiedenen Kommunikationssituation (z. B. Informationsaustausch, Diskussion, Feedback, ...)
- Reflexions- und Kritikfähigkeit
- Schlüssigkeit und Differenziertheit der Werturteile, auch bei Perspektivwechsel
- Fundiertheit und Eigenständigkeit der Entscheidungsfindung in Dilemmasituationen

Beurteilungsbereich: Klausuren

Einführungsphase:

1 Klausur im ersten Halbjahr im zweiten Halbjahr werden 2 Klausuren (je 90 Minuten) geschrieben.

Qualifikationsphase 1:

2 Klausuren pro Halbjahr, wobei in einem Fach die erste Klausur im 2. Halbjahr durch 1 Facharbeit ersetzt werden kann bzw. muss.

Qualifikationsphase 2.1:

2 Klausuren pro Halbjahr .

Qualifikationsphase 2.2:

1 Klausur, die - was den formalen Rahmen angeht - unter Abiturbedingungen geschrieben wird.

Die Leistungsbewertung in den Klausuren wird mit Blick auf die schriftliche Abiturprüfung mit Hilfe eines Kriterienrasters („Erwartungshorizont“) durchgeführt, welches neben den inhaltsbezogenen Teilleistungen auch darstellungsbezogene Leistungen ausweist. Dieses

Kriterienraster wird den korrigierten Klausuren beigelegt und Schülerinnen und Schülern auf diese Weise transparent gemacht.

Die Zuordnung der Hilfspunkte zu den Notenstufen orientiert sich in der Qualifikationsphase am Zuordnungsschema des Zentralabiturs. Die Note ausreichend soll bei Erreichen von ca. 50 % der Hilfspunkte erteilt werden. Eine Absenkung der Note kann gemäß APO-GOST bei häufigen Verstößen gegen die Sprachrichtigkeit vorgenommen werden.

Grundsätze der Leistungsrückmeldung und Beratung:

Für Präsentationen, Arbeitsprotokolle, Dokumentationen und andere Lernprodukte der sonstigen Mitarbeit erfolgt eine Leistungsrückmeldung, bei der inhalts- und darstellungsbezogene Kriterien angesprochen werden. Hier werden zentrale Stärken als auch Optimierungsperspektiven für jede Schülerin bzw. jeden Schüler hervorgehoben.

Die Leistungsrückmeldungen bezogen auf die mündliche Mitarbeit erfolgen auf Nachfrage der Schülerinnen und Schüler außerhalb der Unterrichtszeit, spätestens aber in Form von mündlichem Quartalsfeedback oder Eltern-/Schülersprechtagen. Auch hier erfolgt eine individuelle Beratung im Hinblick auf Stärken und Verbesserungsperspektiven.

Für jede mündliche Abiturprüfung (im 4. Fach oder bei Abweichungs- bzw. Bestehensprüfungen im 1. bis 3. Fach) wird ein Kriterienraster für den ersten und zweiten Prüfungsteil vorgelegt, aus dem auch deutlich die Kriterien für eine gute und eine ausreichende Leistung hervorgehen.

Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Anforderungsbereiche

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

Anforderungsbereich	Fachbezogene Beschreibung
I (Reproduktion)	das Wiedergeben von Sachverhalten und Kenntnissen im gelernten Zusammenhang, die Verständnissicherung sowie das Anwenden und Beschreiben geübter Arbeitstechniken und Verfahren.
II (Anwendung/Transfer)	das selbstständige Auswählen, Anordnen, Verarbeiten, Erklären und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Gesichtspunkten in einem durch Übung bekannten Zusammenhang und das selbstständige Übertragen und Anwenden des Gelernten auf vergleichbare neue Zusammenhänge und Sachverhalte.
III (Transfer/Beurteilung)	das Verarbeiten komplexer Sachverhalte mit dem Ziel, zu selbstständigen Lösungen, Gestaltungen oder Deutungen, Folgerungen, Verallgemeinerungen, Begründungen und Wertungen zu gelangen. Dabei wählen die Schülerinnen und Schüler selbstständig geeignete Arbeitstechniken und Verfahren zur

	Bewältigung der Aufgabe, wenden sie auf eine neue Problemstellung an und reflektieren das eigene Vorgehen.
--	--

Die Anforderungsbereiche sollen

- ... den Lehrkräften unter Berücksichtigung der Unterrichtsinhalte und ihrer Vermittlung eine ausgewogene Aufgabenstellung erleichtern,
- ... den SuS Verständnis für die Aufgabenstellungen im mündlichen und im schriftlichen Bereich erleichtern und ihre Bewertungen durchschaubar machen,
- ... die Herstellung eines Konsenses zwischen den Fachlehrkräften und damit eine größere Vergleichbarkeit der Anforderungen ermöglichen.

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

Umgang mit Fachwissen

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

Erkenntnisgewinnung

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

Kommunikation

- Beschreiben makroskopischer und mikroskopischer Beobachtungen (I)
- Beschreiben und Protokollieren von Experimenten (I)
- Entnehmen von Informationen aus einfachen Fachtexten (I)
- Umsetzen von Informationen in übersichtliche, die Zusammenhänge verdeutlichende Schemata (*Concept-Maps*, Flussdiagramme o. a.) (I/II)

- mündliches und schriftliches Darstellen von Daten, Tabellen, Diagrammen, Abbildungen mit Hilfe der Fachsprache (I)
- Wiedergabe und Erläuterung von einzelnen Argumenten (I)
- strukturiertes schriftliches oder mündliches Präsentieren komplexer Sachverhalte (II)
- Anwenden von bekannten Argumentationsmustern in neuen Kontexten (II)
- eigenständiges Recherchieren, Strukturieren, Beurteilen und Aufarbeiten von Informationen mit Bezug auf neue Fragestellungen oder Zielsetzungen (III)
- Argumentieren auf der Basis nicht eindeutiger Rohdaten: Aufbereitung der Daten, Fehleranalyse und Herstellung von Zusammenhängen (III)

Bewertung

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

Überprüfungsformen

Im gültigen KLP GOST Biologie werden Überprüfungsformen in einer nicht abschließenden Liste vorgeschlagen. Diese Überprüfungsformen zeigen Möglichkeiten auf, wie Schülerkompetenzen nach den oben genannten Anforderungsbereichen sowohl im Bereich der „sonstigen Mitarbeit“ als auch im Bereich „Klausuren“ überprüft werden können. Die Fachkonferenz kann sich darauf einigen, zunächst einige von ihnen im Verlauf des beginnenden Schuljahres zu erproben und zu evaluieren. Zu diesem Zweck kann sich die Fachkonferenz zunächst auf bestimmte Überprüfungsformen einigen und diese in Kapitel 2.1.2 den verschiedenen Unterrichtsvorhaben - gemäß der darin beschlossenen Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung zuordnen. In der Evaluation am Ende des Schuljahres können die mit diesen Überprüfungsformen gesammelten ersten Erfahrungen ausgetauscht sowie die Überprüfungsformen evaluiert, auf ihre Eignung hin diskutiert und ggf. modifiziert sowie ergänzt werden.

Transparenz von Lern- und Leistungssituationen

Lernsituationen verfolgen das Ziel des Erwerbs und der Diagnose von Schülerkompetenzen. Fehler und Umwege dienen den Schülerinnen und Schülern als Erkenntnismittel und geben den Lehrkräften Hinweise für die weitere Unterrichtsplanung. Das Erkennen von Fehlern und der konstruktiv-produktive Umgang mit ihnen sind ein wesentlicher Teil des Lernprozesses. Bestimmte Lernsituationen, insbesondere was das Auftreten von Fehlern angeht, können weitgehend beurteilungsfrei bleiben. Weiterführende Beiträge der

Lernenden, die auf früherem Kompetenzerwerb basieren, können hier jedoch durchaus entsprechend beurteilt werden.

Bei **Leistungs- und Überprüfungssituationen** steht der Nachweis der Verfügbarkeit der erwarteten bzw. erworbenen Kompetenzen im Vordergrund. Von der Bewertung freie Lern- oder auch Überprüfungssituationen sollten im Vergleich zu tatsächlichen Leistungsbewertungssituationen den Lernenden kenntlich gemacht werden.

Beurteilungsbereich: Sonstige Mitarbeit

Folgende Aspekte können je nach Lernstand der Lernenden bei der Leistungsbewertung der sonstigen Mitarbeit eine Rolle spielen (die Liste ist nicht abschließend):

Umgang mit Fachwissen

- Grad der Verwendung von Fachsprache sowie fachsprachlichen Korrektheit der Aussagen
- Grad der sachlichen Richtigkeit beim Veranschaulichen, Zusammenfassen und Beschreiben biologischer Sachverhalte
- Grad der Verfügbarkeit biologischen Grundwissens (Fachbegriffe, Fakten, Regeln, Prinzipien, Theorien, fachmethodische Verfahren o. a.)
- Grad der Vernetzung und Abstraktion des biologischen Wissens (Umgang mit biologischen Organisationsebenen, Basiskonzepten o. a.)
- Häufigkeit und Qualität kreativer Ideen und weiterführender Fragen

Erkenntnisgewinnung

- Grad des planvollen Vorgehens bei Experimenten
- Grad der Sauberkeit bei der Durchführung von Experimenten
- Grad der Sicherheit, Eigenständigkeit und Kreativität beim Anwenden fachspezifischer Methoden und Arbeitsweisen
- Grad des sinnvollen, sicherheitsbewussten und zielgerichteten Umgangs mit Experimentalmedien
- Grad der sachlogischen Schlüssigkeit der erstellten Modelle
- Grad der Differenziertheit und Selbstständigkeit im Bereich der Modellkritik
- Grad der Passung und Selbstständigkeit von beschriebenen und entwickelten Fragestellungen und Hypothesen
- Grad der Differenziertheit und Selbstständigkeit der Reflexion von naturwissenschaftlichen Arbeits- und Denkweisen

Kommunikation

- Grad der logischen Schlüssigkeit, Strukturiertheit und Stringenz beim Veranschaulichen, Zusammenfassen und Beschreiben biologischer Sachverhalte
- Grad der Leser- und Zuhörerführung bzw. der Berücksichtigung der Adressaten beim Präsentieren von Lernprodukten
- Grad der Qualität der Unterrichtsdokumentation, Stundenprotokolls oder Portfolios
- Grad der Sorgfalt und Sachrichtigkeit beim Belegen von Quellen
- Grad der Schlüssigkeit von Argumenten und Argumentationsketten bei mündlichen und schriftlichen Diskussionen
- Grad der Selbstständigkeit beim Einbringen in Diskussionen
- Grad der Differenziertheit und Selbstständigkeit der Reflexion und Kritik von analogen und digitalen Informationsquellen

Bewertung

- Grad der Schlüssigkeit und Differenziertheit der eigenen Werturteile
- Grad der Fähigkeit zum Perspektivwechsel in Konfliktsituationen
- Grad der Sicherheit im Umgang mit den Kategorien und Kriterien der Bewertung
- Grad der Sicherheit und Eigenständigkeit beim Umgang mit Entscheidungsfindungsstrategien
- Grad der Selbstständigkeit und Komplexität der Reflexion bei der Einschätzung von Tragweiten, Möglichkeiten und Grenzen biologisch-technischer Verfahren

2.4 Lehr- und Lernmittel

Für den Biologieunterricht in der Sekundarstufe II ist derzeit kein neues Schulbuch eingeführt. Über die Einführung eines neuen Lehrwerks ist ggf. nach Vorliegen entsprechender Verlagsprodukte zu beraten und zu entscheiden. Bis zu diesem Zeitpunkt wird auf der Grundlage der zur Verfügung stehenden Lehrwerke die inhaltliche und die kompetenzorientierte Passung vorgenommen, die sich am Kernlehrplan SII orientiert.

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten die im Unterricht behandelten Inhalte in häuslicher Arbeit nach.

Die Fachkolleginnen und Kollegen werden zudem ermutigt, die Materialangebote des Ministeriums für Schule und Weiterbildung regelmäßig zu sichten und ggf. in den eigenen Unterricht oder die Arbeit der Fachkonferenz einzubeziehen. Die folgenden Seiten sind dabei hilfreich:

Der Lehrplannavigator:

<http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-s-ii/>

Die Materialdatenbank:

<http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/materialdatenbank/>

Die Materialangebote von SINUS-NRW:

<http://www.standardsicherung.nrw.de/sinus/>

3. Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen

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

Fortbildungskonzept

Die im Fach Biologie in der gymnasialen Oberstufe unterrichtenden Kolleginnen und Kollegen nehmen nach Möglichkeit regelmäßig an Fortbildungsveranstaltungen der umliegenden Universitäten, Zoos 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.

Vorbereitung auf die Erstellung der Facharbeit

Um eine einheitliche Grundlage für die Erstellung und Bewertung der Facharbeiten in der Jahrgangsstufe Q1 zu gewährleisten, findet im Vorfeld des Bearbeitungszeitraums ein fachübergreifender Projekttag statt, gefolgt von einem Besuch einer Bibliothek, damit die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeiten für Recherchen kennenlernen. Die AG Facharbeit hat schulinterne Richtlinien für die Erstellung einer wissenschaftlichen Arbeit angefertigt, die die unterschiedlichen Arbeitsweisen in den wissenschaftlichen Fachbereichen berücksichtigen. Im Verlauf eines Projekttages werden den Schülerinnen und Schülern in einer zentralen Veranstaltung und in Gruppen diese schulinternen Kriterien vermittelt.

Exkursionen

Abgesehen vom Abiturhalbjahr (Q 2.2) sollen in der Qualifikationsphase nach Möglichkeit und in Absprache mit der Stufenleitung unterrichtsbegleitende Exkursionen zu Themen des gültigen KLP durchgeführt werden. Aus Sicht der Biologie sind folgende Exkursionsziele und Themen denkbar:

Q1.2:

- Bestimmung der Gewässergüte (biologische, chemische und strukturelle Parameter in Anlehnung an die EU-Wasserrahmenrichtlinie)
- Untersuchung von Lebensgemeinschaften und ihren unbelebten (abiotischen) Faktoren (Schulwald)
 - Beobachtungen von Anpassungen an den Lebensraum
 - Bestimmung der Standortfaktoren über die Zeigerpflanzen Methode
 - Neophyten und Neozoen in NRW
 - oder Frühjahrsblüher im Wald

Q2.1: Besuch des Neandertalmuseums

- Bestimmung von phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Schädelmerkmalen in der Abguss-Sammlung

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. Zu Schuljahresbeginn werden die Erfahrungen des vergangenen Schuljahres in der Fachschaft gesammelt, bewertet und eventuell notwendige Konsequenzen und Handlungsschwerpunkte formuliert.

Die vorliegende Checkliste wird als Instrument einer solchen Bilanzierung genutzt. Sie ermöglicht es, den Ist-Zustand bzw. auch Handlungsbedarf in der fachlichen Arbeit festzustellen und zu dokumentieren, Beschlüsse der Fachkonferenz zur Fachgruppenarbeit in übersichtlicher Form festzuhalten sowie die Durchführung der Beschlüsse zu kontrollieren und zu reflektieren.

Bedingungen und Planungen der Fachgruppenarbeit		Ist-Zustand Auffälligkeiten	Änderungen/ Konsequenzen/ Perspektivplanung	Wer (Verantwortlich)	Bis wann (Zeitrahmen)
Funktionen					
Fachvorsitz					
Stellvertretung					
Sammlungsleitung					
Gefahrenstoffbeauftragung			Fristen beachten!		
Sonstige Funktionen <small>(im Rahmen der schulprogrammatischen fächerübergreifenden Schwerpunkte)</small>					
Ressourcen					
personel l	Fachlehrkräfte				
	Lerngruppen				
	Lerngruppengröße				
	...				
räumlich	Fachräume				
	Bibliothek				
	Computerraum				
	Raum für Fachteamarbeit				
	Sammlungsraum				
materiell / sachlich	Lehrwerke				
	Fachzeitschriften				
	Ausstattung mit Demonstrationsexperi menten				
	Ausstattung mit Schülerexperimenten				
zeitlich	Abstände Fachteamarbeit				
	Dauer Fachteamarbeit				

Modifikation Unterrichtsvorhaben u. a. im Hinblick auf die Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung				
Leistungsbewertung/ Einzelinstrumente				
Klausuren				
Facharbeiten				
Kurswahlen				
Grundkurse				
Leistungskurse				
Projektkurse				
Leistungsbewertung/Grundsätze				
sonstige Mitarbeit				
Arbeitsschwerpunkt(e) SE				
fachintern				
- kurzfristig (Halbjahr)				
- mittelfristig (Schuljahr)				
- langfristig				
fachübergreifend				
- kurzfristig				
- mittelfristig				
- langfristig				
...				
Fortbildung				
Fachspezifischer Bedarf				

- kurzfristig				
- mittelfristig				
- langfristig				
Fachübergreifender Bedarf				
- kurzfristig				
- mittelfristig				
- langfristig				
...				