**Beispiel für einen schulinternen Lehrplan**

**zum Kernlehrplan für die gymnasiale Oberstufe**

Biologie

(Entwurf: Fassung vom 09.06.2022)

*Hinweis:*

Gemäß § 29 Absatz 2 des Schulgesetzes bleibt es der Verantwortung der Schulen überlassen, auf der Grundlage der Kernlehrpläne in Verbindung mit   
ihrem Schulprogramm schuleigene Unterrichtsvorgaben zu gestalten, welche Verbindlichkeit herstellen, ohne pädagogische Gestaltungsspielräume unzulässig einzuschränken.

Den Fachkonferenzen kommt hier eine wichtige Aufgabe zu: Sie sind verantwortlich für die schulinterne Qualitätssicherung und Qualitätsentwicklung der fachlichen Arbeit und legen Ziele, Arbeitspläne sowie Maßnahmen zur Evaluation und Rechenschaftslegung fest. Sie entscheiden in ihrem Fach außerdem über Grundsätze zur fachdidaktischen und fachmethodischen Arbeit, über Grundsätze zur Leistungsbewertung und über Vorschläge an die Lehrerkonferenz zur Einführung von Lernmitteln (§ 70 SchulG).

Getroffene Verabredungen und Entscheidungen der Fachgruppen werden in schulinternen Lehrplänen dokumentiert und können von Lehrpersonen,   
Lernenden und Erziehungsberechtigten eingesehen werden. Während Kernlehrpläne die erwarteten Lernergebnisse des Unterrichts festlegen, beschreiben schulinterne Lehrpläne schulspezifisch Wege, auf denen diese Ziele erreicht werden sollen.

Als ein Angebot, Fachkonferenzen im Prozess der gemeinsamen Unterrichtsentwicklung zu unterstützen, steht hier ein Beispiel für einen schulinternen Lehrplan eines fiktiven Gymnasiums für das Fach Biologie zur Verfügung.   
Das Angebot kann gemäß den jeweiligen Bedürfnissen vor Ort frei genutzt,   
verändert und angepasst werden. Dabei bieten sich insbesondere die beiden folgenden Möglichkeiten des Vorgehens an:

• Fachgruppen können ihre bisherigen schulinternen Lehrpläne mithilfe der im Angebot ausgewiesenen Hinweise bzw. dargelegten Grundprinzipien auf der Grundlage des neuen Kernlehrplans überarbeiten.

• Fachgruppen können das vorliegende Beispiel mit den notwendigen schulspezifischen Modifikationen und ggf. erforderlichen Ausschärfungen vollständig oder in Teilen übernehmen.

Das vorliegende Beispiel für einen schulinternen Lehrplan berücksichtigt in   
seinen Kapiteln die obligatorischen Beratungsgegenstände der Fachkonferenz. Eine Über­sicht über die Abfolge aller Unterrichtsvorhaben des Fachs ist enthalten und für alle Lehrpersonen der Beispielschule einschließlich der vorgenommenen Schwerpunkt­setzungen verbindlich.

Auf dieser Grundlage plant und realisiert jede Lehrkraft ihren Unterricht in   
eigener Zuständigkeit und pädagogischer Verantwortung. Konkretisierte Unterrichtsvorhaben, wie sie exemplarisch im Lehrplannavigator NRW unter   
„Hinweise und Materialien“ zu finden sind, besitzen demgemäß nur empfehlenden Charakter und sind somit nicht zwingender Bestandteil eines schulinternen Lehrplans. Sie dienen der individuellen Unterstützung der Lehrerinnen und   
Lehrer.

# 1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

[…]

# 2 Entscheidungen zum Unterricht

Die Umsetzung des Kernlehrplans mit seinen verbindlichen Kompetenzerwartungen im Unterricht erfordert Entscheidungen auf verschiedenen Ebenen:

Die Übersicht über die *Unterrichtsvorhaben* gibt den Lehrkräften eine rasche Orientierung bezüglich der laut Fachkonferenz verbindlichen Unterrichtsvorhaben und der damit verbundenen Schwerpunktsetzungen für jedes Schuljahr.

Die Unterrichtsvorhaben im schulinternen Lehrplan sind die vereinbarte Planungsgrundlage des Unterrichts. Sie bilden den Rahmen zur systematischen Anlage und Weiterentwicklung *sämtlicher* im Kernlehrplan angeführter Kompetenzen, setzen jedoch klare Schwerpunkte. Sie geben Orientierung, welche Kompetenzen in einem Unterrichtsvorhaben besonders gut entwickelt werden können und berücksichtigen dabei die obligatorischen Inhaltsfelder und inhaltlichen Schwerpunkte. Dies entspricht der Verpflichtung jeder Lehrkraft, *alle* Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans bei den Lernenden auszubilden und zu fördern.

In weiteren Absätzen dieses Kapitels werden *Grundsätze der fachdidaktischen und fachmethodischen Arbeit*, *Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung* sowie Entscheidungen zur Wahl der *Lehr- und Lernmittel* festgehalten, um die Gestaltung von Lernprozessen und die Bewertung von Lernergebnissen im erforderlichen Umfang auf eine verbindliche Basis zu stellen.

## 2.1 Unterrichtsvorhaben

In der nachfolgenden Übersicht über die Unterrichtsvorhaben wird die für alle   
Lehrerinnen und Lehrer gemäß Fachkonferenzbeschluss verbindliche Verteilung der Unterrichtsvorhaben dargestellt. Die Übersicht dient dazu, für die einzelnen Jahrgangsstufen allen am Bildungsprozess Beteiligten einen schnellen Überblick über Themen bzw. Fragestellungen der Unterrichtsvorhaben unter Angabe besonderer Schwerpunkte in den Inhalten und in der Kompetenzentwicklung zu verschaffen.

Der ausgewiesene Zeitbedarf versteht sich als grobe Orientierungsgröße, die nach Bedarf über- oder unterschritten werden kann. Der schulinterne Lehrplan ist so gestaltet, dass er zusätzlichen Spielraum für Vertiefungen, besondere Interessen von Schülerinnen und Schülern, aktuelle Themen bzw. die Erfordernisse anderer besonderer Ereignisse (z.B. Praktika, Studienfahrten o.Ä.) belässt. Abweichungen über die notwendigen Absprachen hinaus sind im Rahmen des pädagogischen Gestaltungsspielraumes der Lehrkräfte möglich. Sicherzustellen bleibt allerdings auch hier, dass im Rahmen der Umsetzung der Unterrichtsvorhaben insgesamt alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Berücksichtigung finden.

**Übersicht über die Unterrichtsvorhaben**

**Einführungsphase**

| **UV Z1: Aufbau und Funktion der Zelle**  **Inhaltsfeld 1: Zellbiologie**  Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden à 45 Minuten |
| --- |
| **Inhaltliche Schwerpunkte:**  Aufbau der Zelle, Fachliche Verfahren: Mikroskopie |
| **Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:**   * 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) |

| * Inhaltliche Aspekte | Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Schülerinnen und Schüler… | *Sequenzierung: Leitfragen* |
| --- | --- | --- |
| * Mikroskopie * prokaryotische Zelle * eukaryotische Zelle | * vergleichen den Aufbau von prokaryotischen und eukaryotischen Zellen (S1, S2, K1, K2, K9). * begründen den Einsatz unterschiedlicher mikroskopischer Techniken für verschiedene Anwendungsgebiete (S2, E2, E9, E16, K6). | *Welche Strukturen können bei prokaryotischen und eukaryotischen Zellen mithilfe verschiedener mikroskopischer Techniken sichtbar  gemacht werden?*  (ca. 6 Ustd.) |
| * eukaryotische Zelle: Zusammenwirken von Zellbestandteilen, Kompartimentierung, Endosymbiontentheorie | * erklären Bau und Zusammenwirken der Zellbestandteile eukaryotischer Zellen und erläutern die Bedeutung der Kompartimentierung (S2, S5, K5, K10). | *Wie ermöglicht das Zusammenwirken der einzelnen Zellbestandteile die Lebensvorgänge in einer Zelle?*  (ca. 6 Ustd.) |
| * erläutern theoriegeleitet den prokaryotischen Ursprung von Mitochondrien und Chloroplasten (E9, K7). | *Welche Erkenntnisse über den Bau von Mitochondrien und Chloroplasten stützen die Endosymbiontentheorie?*  (ca. 2 Ustd.) |
| * Vielzeller: Zelldifferenzierung und  Arbeitsteilung * Mikroskopie | * analysieren differenzierte Zelltypen mithilfe mikroskopischer Verfahren (S5, E7, E8, E13, K10). | *Welche morphologischen  Angepasstheiten weisen verschiedene Zelltypen von Pflanzen und Tieren in Bezug auf ihre Funktionen auf?*  (ca. 6 Ustd.) |
| * vergleichen einzellige und vielzellige Lebewesen und erläutern die jeweiligen Vorteile ihrer Organisationsform (S3, S6, E9, K7, K8). | *Welche Vorteile haben einzellige und vielzellige Organisationsformen?*  (ca. 4 Ustd.) |

| **UV Z2: Biomembranen**  **Inhaltsfeld 1: Zellbiologie**  Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden à 45 Minuten |
| --- |
| **Inhaltliche Schwerpunkte:**  Biochemie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von osmotischen Vorgängen |
| **Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:**   * 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) |

| * Inhaltliche Aspekte | Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Schülerinnen und Schüler… | *Sequenzierung: Leitfragen* |
| --- | --- | --- |
| * Stoffgruppen: Kohlenhydrate,  Lipide, Proteine | * erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6). | *Wie hängen Strukturen und  Eigenschaften der Moleküle des Lebens zusammen?*  (ca. 5 Ustd.) |
|
| * Biomembranen: Transport, Prinzip der Signaltransduktion, Zell-Zell-Erkennung * physiologische  Anpassungen:  Homöostase * Untersuchung von osmotischen  Vorgängen | * stellen den Erkenntniszuwachs zum Aufbau von Biomembranen durch technischen Fortschritt und Modellierungen an Beispielen dar (E12, E15–17). | *Wie erfolgte die Aufklärung der Struktur von Biomembranen und welche Erkenntnisse führten zur Weiterentwicklung der jeweiligen Modelle?*  (ca. 6 Ustd.) |
| * erklären experimentelle Befunde zu Diffusion und Osmose mithilfe von Modellvorstellungen (E4, E8, E10–14). * erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6). * erklären die Bedeutung der Homöostase des osmotischen Werts für zelluläre Funktionen und leiten mögliche Auswirkungen auf den Organismus ab (S4, S6, S7, K6, K10). | *Wie können Zellmembranen  einerseits die Zelle nach außen  abgrenzen und andererseits doch durchlässig für Stoffe sein?*  (ca. 8 Ustd.) |
| * erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6). | *Wie können extrazelluläre Botenstoffe, wie zum Beispiel  Hormone, eine Reaktion in der Zelle auslösen?*  (ca. 2 Ustd.) |
| *Welche Strukturen sind für die Zell-Zell-Erkennung in einem  Organismus verantwortlich?*  (ca. 1 Ustd.) |

| **UV Z3: Mitose, Zellzyklus und Meiose**  **Inhaltsfeld 1: Zellbiologie**  Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden à 45 Minuten |
| --- |
| **Inhaltliche Schwerpunkte:**  Genetik der Zelle, Fachliche Verfahren: Analyse von Familienstammbäumen |
| **Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:**   * Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K) * Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B) * Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) * Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B) |

| * Inhaltliche Aspekte | | Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Schülerinnen und Schüler… | *Sequenzierung: Leitfragen* |
| --- | --- | --- | --- |
| * Mitose: Chromosomen, Cytoskelett * Zellzyklus:  Regulation | * erklären die Bedeutung der Regulation des Zellzyklus für Wachstum und Entwicklung (S1, S6, E2, K3). | *Wie verläuft eine kontrollierte  Vermehrung von Körperzellen?*  (ca. 6 Ustd.) |
|  | * begründen die medizinische Anwendung von Zellwachstumshemmern (Zytostatika) und nehmen zu den damit verbundenen Risiken Stellung (S3, K13, B2, B6–B9). | *Wie kann unkontrolliertes Zellwachstum gehemmt werden und welche Risiken sind mit der  Behandlung verbunden?*  (ca. 2 Ustd.) |
| * diskutieren kontroverse Positionen zum Einsatz von embryonalen Stammzellen (K1-4, K12, B1–6, B10–B12). | *Welche Ziele verfolgt die  Forschung mit embryonalen Stammzellen und wie wird diese  Forschung ethisch bewertet?*  (ca. 4 Ustd.) |
| * Karyogramm:  Genommutationen, Chromosomenmutationen | | * erläutern Ursachen und Auswirkungen von Chromosomen- und Genommutationen (S1, S4, S6, E3, E11, K8, K14). | *Nach welchem Mechanismus  erfolgt die Keimzellbildung und  welche Mutationen können  dabei auftreten?*  (ca. 6 Ustd.) |
| * Meiose * Rekombination | |  |  |
| * Analyse von  Familienstammbäumen | | * wenden Gesetzmäßigkeiten der Vererbung auf Basis der Meiose bei der Analyse von Familienstammbäumen an (S6, E1–3, E11, K9, K13). | *Inwiefern lassen sich Aussagen zur Vererbung genetischer Erkrankungen aus Familienstammbäumen ableiten*?  (ca. 4 Ustd.) |
|  |  |

| **UV Z4: Energie, Stoffwechsel und Enzyme**  **Inhaltsfeld 1: Zellbiologie**  Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden à 45 Minuten |
| --- |
| **Inhaltliche Schwerpunkte:**  Physiologie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von Enzymaktivitäten |
| **Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:**   * Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) * Informationen aufbereiten (K) |

| * Inhaltliche Aspekte | | Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Schülerinnen und Schüler… | *Sequenzierung: Leitfragen* |
| --- | --- | --- | --- |
| * Anabolismus und Katabolismus * Energieumwandlung: ATP-ADP-System, | * beschreiben die Bedeutung des ATP-ADP-Systems bei auf- und abbauenden Stoffwechselprozessen (S5, S6). | *Welcher Zusammenhang besteht zwischen aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel in einer Zelle stofflich und energetisch?*  (ca. 12 Ustd.) |
| * Energieumwandlung: Redoxreaktionen |  |  |
| * Enzyme: Kinetik | | * erklären die Regulation der Enzymaktivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9). | *Wie können in der Zelle biochemische Reaktionen reguliert ablaufen?*  (ca. 12 Ustd.) |
| * Untersuchung von Enzymaktivitäten | | * 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). |  |
| * Enzyme: Regulation | | * erklären die Regulation der Enzymaktivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9). |  |

**Qualifikationsphase: Grundkurs**

| **UV GK-N1: Informationsübertragung durch Nervenzellen**  **Inhaltsfeld 2: Neurobiologie**  Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden 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) |

| * Inhaltliche Aspekte | Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Schülerinnen und Schüler… | *Sequenzierung: Leitfragen* |
| --- | --- | --- |
| * Bau und Funktionen von Nerven-zellen:  Ruhepotenzial | * erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12). | *Wie ermöglicht die Struktur eines Neurons die Aufnahme und  Weitergabe von Informationen?*  (ca. 12 Ustd.) |
| * entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Aufrechterhaltung und Beeinflussung des Ruhepotenzials (S4, E3). |  |
| * Bau und Funktionen von Nerven-zellen:  Aktionspotenzial * Potenzialmessungen | * erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14). |  |
| * Bau und Funktionen von Nervenzellen:  Erregungsleitung | * vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an (S6, E1–3). |  |
| * Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse | * erklären die Erregungsübertragung an einer Synapse und erläutern die Auswirkungen exogener Substanzen (S1, S6, E12, K9, B1, B6). * erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14). | *Wie erfolgt die Informationsweitergabe zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese beeinflusst werden?*  (ca. 8 Ustd.) |
| * Stoffeinwirkung an Synapsen | * nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9). |  |

| **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) |  |

| * Inhaltliche Aspekte | Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Schülerinnen und Schüler… | *Sequenzierung: Leitfragen* |
| --- | --- | --- |
| * Energieumwandlung * Energieentwertung * Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel * ATP-ADP-System * Stofftransport  zwischen den Kompartimenten * Chemiosmotische ATP-Bildung | * stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9). | *Wie wandeln Organismen  Energie aus der Umgebung in nutzbare Energie um?*  (ca. 5 Ustd) |

| **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 | Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Schülerinnen und Schüler… | *Sequenzierung: Leitfragen* |
| --- | --- | --- |
| * Feinbau Mitochondrium * Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative  Decarboxylierung, Tricarbonsäure-zyklus und Atmungskette * Redoxreaktionen | * stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9). | *Wie kann die Zelle durch den schrittweisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen?*  (ca. 6 Ustd.) |
| * Stoffwechselregulation auf Enzymebene | * erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels  (S7, E1–4, E11, E12). * nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1–4, B5, B7, B9). | *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 | Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Schülerinnen und Schüler… | *Sequenzierung: Leitfragen* |
| --- | --- | --- |
| * Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren | * analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11). | *Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von Pflanzen abhängig?*  (ca. 4 Ustd.) |
| * Funktionale Angepasstheiten:  Blattaufbau | * erklären funktionale Angepasstheiten an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4–S6, E3, K6–8). | *Welche Blattstrukturen sind für die Fotosynthese von Bedeutung?*  (ca. 4 Ustd.) |
| * Funktionale Angepasstheiten:  Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, Feinbau Chloroplast * Chromatografie | * erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13). | *Welche Funktionen haben Fotosynthesepigmente?*  (ca. 3 Ustd.) |
| * Chemiosmotische ATP-Bildung * Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen, * Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration * Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel | * erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der Fotosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht (S2, S7, E2, K9). | *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 Unterrichtstunden 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) |  |

| * Inhaltliche Aspekte | Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Schülerinnen und Schüler… | *Sequenzierung: Leitfragen* |
| --- | --- | --- |
| * Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren. | * erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem (S5–7, K8). | *Welche Forschungsgebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Ökologie?*  (ca. 3 Ustd.) |
| * Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven | * untersuchen auf der Grundlage von Daten die physiologische und ökologische Potenz von Lebewesen (S7, E1–3, E9, E13). | *Inwiefern bedingen abiotische Faktoren die Verbreitung von  Lebewesen?*  (ca. 5 Ustd.) |
| * Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz * Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische Potenz * Ökologische Nische | * analysieren die Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- und interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6–K8). * erläutern die ökologische Nische als Wirkungsgefüge (S4, S7, E17, K7, K8). | *Welche Auswirkungen hat die Konkurrenz um Ressourcen an realen Standorten auf die Verbreitung von Arten?*  (ca. 5 Ustd.) |
| * Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen, * Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal | * bestimmen Arten in einem ausgewählten Areal und begründen ihr Vorkommen mit dort erfassten ökologischen Faktoren (E3, E4, E7–9, E15, K8). * analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14). | *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 Unterrichtsstunden 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) |  |

| * Inhaltliche Aspekte | Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Schülerinnen und Schüler… | *Sequenzierung: Leitfragen* |
| --- | --- | --- |
| * Interspezifische  Beziehungen:  Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen | * analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6–K8). | *In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar?*  (ca. 5 Ustd.) |
| * Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität | * erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10). | *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 Unterrichtsstunden 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) | | |  |
| * Inhaltliche Aspekte | | Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Schülerinnen und Schüler… | *Sequenzierung: Leitfragen* |
| * Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem:   Nahrungsnetz | | * analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S7, E12, E14, K2, K5). | *In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften durch Energie-fluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbindung?*  (ca. 4 Ustd.) |
| * Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf | |  | *Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant?*  (ca. 2 Ustd.) |
| * Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts | | * erläutern geografische, zeitliche und soziale Auswirkungen des anthropogen bedingten Treibhauseffektes und entwickeln Kriterien für die Bewertung von Maßnahmen (S3, E16, K14, B4, B7, B10, B12). | *Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden?*  (ca. 3 Ustd.) |

| **UV GK-G1: DNA – Speicherung und Expression genetischer Information**  **Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution**  Zeitbedarf: ca. 27 Unterrichtsstunden 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) |  |

| * Inhaltliche Aspekte | Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Schülerinnen und Schüler… | *Sequenzierung: Leitfragen* |  |
| --- | --- | --- | --- |
| * Speicherung und Realisierung genetischer Information:  Bau der DNA,  semikonservative Replikation,  Transkription, Translation | * leiten ausgehend vom Bau der DNA das Grundprinzip der semikonservativen Replikation aus experimentellen Befunden ab (S1, E1, E9, E11, K10). | *Wie wird die identische Verdopplung der DNA vor einer Zellteilung gewährleistet?*  (ca. 4 Ustd.) |  |
| * erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6). | *Wie wird die genetische Information der DNA zu Genprodukten bei Prokaryoten umgesetzt?*  (ca. 6 Ustd.) |  |
| *Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen bei der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten?*  (ca. 5 Ustd.) |  |
| * Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Genmutationen | * erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8). | *Wie können sich Veränderungen der DNA auf die Genprodukte und den Phänotyp auswirken?*  (ca. 5 Ustd.) |  |
| * Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung | * erklären die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren und DNA-Methylierung (S2, S6, E9, K2, K11). | *Wie wird die Genaktivität bei Eukaryoten gesteuert?*  (ca. 7 Ustd.) |  |

| **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) |  |

| * Inhaltliche Aspekte | Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Schülerinnen und Schüler… | *Sequenzierung: Leitfragen* |  |
| --- | --- | --- | --- |
| * Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie | * analysieren Familienstammbäume und leiten daraus mögliche Konsequenzen für Gentest und Beratung ab (S4, E3, E11, E15, K14, B8). | *Welche Bedeutung haben  Familienstammbäume für die genetische Beratung betroffener Familien?*  (ca. 4 Ustd.) |  |
| * bewerten Nutzen und Risiken einer Gentherapie beim Menschen (S1, K14, B3, B7–9, B11). | *Welche ethischen Konflikte  treten im Zusammenhang mit gentherapeutischen Behandlungen beim Menschen auf?*  (ca. 4 Ustd.) |  |

| **UV GK-E1: Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie**  **Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution**  Zeitbedarf: ca. 13 Unterrichtsstunden 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) |  |

| * Inhaltliche Aspekte | Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Schülerinnen und Schüler… | *Sequenzierung: Leitfragen* |  |
| --- | --- | --- | --- |
| * Synthetische  Evolutionstheorie: Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift | * begründen die Veränderungen im Genpool einer Population mit der Wirkung der Evolutionsfaktoren (S2, S5, S6, K7). | *Wie lassen sich Veränderungen im Genpool von Populationen erklären?*  (ca. 5 Ustd.) |  |
| * Synthetische Evolutionstheorie: adaptiver Wert von Verhalten, Kosten-Nutzen-Analyse, reproduktive Fitness | * erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8). | *Welche Bedeutung hat die reproduktive Fitness für die Entwicklung von Angepasstheiten?*  (ca. *2* Ustd.)  *Wie kann die Entwicklung von  angepassten Verhaltensweisen  erklärt werden?*  (ca. 2 Ustd.) |  |
|  |  | *Wie lässt sich die Entstehung von Sexualdimorphismus erklären?*  (ca. 2 Ustd.) |  |
| * Synthetische Evolutionstheorie: Koevolution | * erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8). | *Welche Prozesse laufen bei der Koevolution ab?*  (ca. *2* Ustd.) |  |
|  |

| **UV GK-E2: Stammbäume und Verwandtschaft**  **Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution**  Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden 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) |  |

| * Inhaltliche Aspekte | Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Schülerinnen und Schüler… | *Sequenzierung: Leitfragen* |  |
| --- | --- | --- | --- |
| * Stammbäume und Verwandtschaft: Artbildung,  Biodiversität, populationsgenetischer Artbegriff, Isolation | * erklären Prozesse des Artwandels und der Artbildung mithilfe der Synthetischen Evolutionstheorie (S4, S6, S7, E12, K6, K7). | *Wie kann es zur Entstehung  unterschiedlicher Arten kommen?*  (ca. 4 Ustd.) |  |
| * molekularbiologische Homologien, ursprüngliche und abgeleitete Merkmale | * deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8). | *Welche molekularen Merkmale deuten auf eine phylogenetische Verwandtschaft hin?*  (ca. 3 Ustd.) |  |
| * analysieren phylogenetische Stammbäume im Hinblick auf die Verwandtschaft von Lebewesen und die Evolution von Genen (S4, E2, E10, E12, K9, K11). | *Wie lässt sich die phylogenetische Verwandtschaft auf verschiedenen Ebenen ermitteln, darstellen und analysieren?*  (ca. 4 Ustd.) |  |
| * deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8). | *Wie lassen sich konvergente  Entwicklungen erkennen?*  (ca. 3 Ustd.) |  |
| * Synthetische  Evolutionstheorie:  Abgrenzung von nicht-naturwissenschaftlichen  Vorstellungen | * begründen die Abgrenzung der Synthetischen Evolutionstheorie gegen nicht-naturwissenschaftliche Positionen und nehmen zu diesen Stellung (E15–E17, K4, K13, B1, B2, B5). | *Wie lässt sich die Synthetische Evolutionstheorie von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen abgrenzen?*  (ca. 2 Ustd.) |  |

**Qualifikationsphase: Leistungskurs**

| **UV LK-N1: Erregungsentstehung und Erregungsleitung an einem Neuron**  **Inhaltsfeld 2: Neurobiologie**  Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtstunden à 45 Minuten |
| --- |
| **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 | Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Schülerinnen und Schüler… | *Sequenzierung: Leitfragen* |
| --- | --- | --- |
| * Bau und Funktionen von Nerven-zellen:  Ruhepotenzial | * erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12). | *Wie ermöglicht die Struktur eines Neurons die Aufnahme und  Weitergabe von Informationen?*  (ca.**12 Ustd.)** |
| * entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Aufrechterhaltung und Beeinflussung des Ruhepotenzials (S4, E3). |  |
| * Bau und Funktionen von Nerven-zellen:  Aktionspotenzial * neurophysiologische Verfahren, Potenzialmessungen | * erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge und stellen die  Anwendung eines zugehörigen neurophysiologischen Verfahrens dar (S3, E14). |  |
| * Bau und Funktionen von Nerven-zellen:  Erregungsleitung | * vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an (S6, E1–3). |  |
| * Störungen des neuronalen  Systems | * analysieren die Folgen einer neuronalen Störung aus individueller und gesellschaftlicher Perspektive (S3, K1–4, B2, B6). | *Wie kann eine Störung des neuronalen Systems die Informationsweitergabe beeinflussen?*  (ca. 2 Ustd.) |
| * Bau und Funktionen von Nerven-zellen:  primäre und sekundäre Sinneszelle, Rezeptorpotenzial | * erläutern das Prinzip der Signaltransduktion bei primären und sekundären Sinneszellen (S2, K6, K10). | *Wie werden Reize aufgenommen und zu Signalen umgewandelt?*  **(ca. 4 Ustd.)** |

| **UV LK-N2: Informationsweitergabe über Zellgrenzen**  **Inhaltsfeld 2: Neurobiologie**  Zeitbedarf: ca. 14 Unterrichtsstunden à 45 Minuten |
| --- |
| **Inhaltliche Schwerpunkte:**  Grundlagen der Informationsverarbeitung, Neuronale Plastizität |
| **Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:**   * Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) * Informationen aufbereiten (K) * Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) |

| * Inhaltliche Aspekte | Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Schülerinnen und Schüler… | *Sequenzierung: Leitfragen* |
| --- | --- | --- |
| * Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse | * erklären die Erregungsübertragung an einer Synapse und erläutern die Auswirkungen exogener Substanzen (S1, S6, E12, K9, B1, B6). | *Wie erfolgt die Erregungsleitung vom Neuron zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese  beeinflusst werden?*  (ca. 8 Ustd.) |
| * Verrechnung: Funktion einer hemmenden Synapse, räumliche und zeitliche Summation | * 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). |  |
| * Stoffeinwirkung an Synapsen | * nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9). |  |
| * Zelluläre Prozesse des Lernens | * erläutern die synaptische Plastizität auf der zellulären Ebene und leiten ihre Bedeutung für den Prozess des Lernens ab (S2, S6, E12, K1). | *Wie kann Lernen auf neuronaler Ebene erklärt werden?*  (ca. 4 Ustd.) |
| * Hormone: Hormonwirkung, Verschränkung hormoneller und neuronaler Steuerung | * beschreiben die Verschränkung von hormoneller und neuronaler Steuerung am Beispiel der Stressreaktion (S2, S6). | *Wie wirken neuronales System und Hormonsystem bei der Stressreaktion zusammen?*  (ca. 2 Ustd.) |

| **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) |  |

| * Inhaltliche Aspekte | Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Schülerinnen und Schüler… | *Sequenzierung: Leitfragen* |
| --- | --- | --- |
| * Energieumwandlung * Energieentwertung * Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel * ATP-ADP-System * Stofftransport zwischen den Kompartimenten * Chemiosmotische ATP-Bildung | * vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11). | *Wie wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in nutzbare Energie um?*  (ca. 6 Ustd) |

| **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) * Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) * Informationen erschließen (K) * Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) |  |

| * Inhaltliche Aspekte | Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Schülerinnen und Schüler… | *Sequenzierung: Leitfragen* |
| --- | --- | --- |
| * Feinbau Mitochondrium * Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative  Decarboxylierung, Tricarbonsäure-zyklus und Atmungskette * Energetisches  Modell der Atmungskette * Redoxreaktionen | * stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben und anaeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9). * vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11). | *Wie kann die Zelle durch den schrittweisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen?*  (ca. 8 Ustd.) |
| * Alkoholische  Gärung und Milchsäuregärung | * stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben und anaeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9). | *Welche Bedeutung haben  Gärungsprozesse für die Energiegewinnung?*  (ca. 2 Ustd.) |
| * Stoffwechselregulation auf Enzymebene | * erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels (S7, E1–4, E11, E12). * nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1–4, B5, B7, B9). | *Wie beeinflussen Nahrungs- ergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel?*  (ca. 6 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) * 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 | Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Schülerinnen und Schüler… | *Sequenzierung: Leitfragen* |
| --- | --- | --- |
| * Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren | * analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11). | *Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von Pflanzen abhängig?*  (ca. 4 Ustd.) |
| * Funktionale  Angepasstheiten:  Blattaufbau | * erklären funktionale Angepasstheiten an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4–S6, E3, K6–8). | *Welche Blattstrukturen sind für die Fotosynthese von Bedeutung?*  (ca. 4 Ustd.) |
| * Funktionale Angepasstheiten:  Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, Lichtsammelkomplex, Feinbau Chloroplast * Chromatografie | * erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13). | *Welche Funktionen haben Fotosynthesepigmente?*  (ca. 4 Ustd.) |
| * Chemiosmotische ATP-Bildung * Energetisches  Modell der  Lichtreaktionen * Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen, * Calvin-Zyklus:  Fixierung, Reduktion, Regeneration * Tracer-Methode * Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel | * vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11). * erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der Fotosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht (S2, S7, E2, K9). * werten durch die Anwendung von Tracermethoden erhaltene Befunde zum Ablauf mehrstufiger Reaktionswege aus (S2, E9, E10, E15). | *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 | Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Schülerinnen und Schüler… | *Sequenzierung: Leitfragen* |
| --- | --- | --- |
| * Funktionale Angepasstheiten:  Blattaufbau * C4-Pflanzen * Stofftransport zwischen Kompartimenten | * vergleichen die Sekundärvorgänge bei C3- und C4- Pflanzen und erklären diese mit der Angepasstheit an unterschiedliche Standortfaktoren (S1, S5, S7, K7). | *Welche morphologischen und physiologischen Angepasstheiten ermöglichen eine effektive Fotosynthese an heißen und trockenen Standorten?*  (ca. 4 Ustd.) |
| * Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen | * beurteilen und bewerten multiperspektivisch Zielsetzungen einer biotechnologisch optimierten Fotosynthese im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung (E17, K2, K13, B2, B7, B12). | *Inwiefern können die Erkenntnisse aus der Fotosyntheseforschung zur Lösung der weltweiten CO2-Problematik beitragen?*  (ca. 4 Ustd.) |

| **UV LK-Ö1: Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen**  **Inhaltsfeld 4: Ökologie**  **Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtstunden à 45 Minuten** |  |
| --- | --- |
| **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 | Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Schülerinnen und Schüler… | *Sequenzierung: Leitfragen* |
| --- | --- | --- |
| * Biotop und Biozönose: biotische und abiotische  Faktoren. | * erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem (S5–7, K8). | *Welche Forschungsgebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Ökologie?*  (ca. 3 Ustd.) |
| * Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven | * untersuchen auf der Grundlage von Daten die physiologische und ökologische Potenz von Lebewesen (S7, E1–3, E9, E13). | *Inwiefern bedingen abiotische Faktoren die Verbreitung von Lebewesen?*  (ca. 8 Ustd.) |
| * Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz, * Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische Potenz * Ökologische Nische | * analysieren die Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- und interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6–K8). * erläutern die ökologische Nische als Wirkungsgefüge (S4, S7, E17, K7, K8). | *Welche Auswirkungen hat die Konkurrenz um Ressourcen an realen Standorten auf die Verbreitung von Arten?*  (ca. 7 Ustd.) |
| * Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen, * Erfassung ökologischer Faktoren und quantitative und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal | * bestimmen Arten in einem ausgewählten Areal und begründen ihr Vorkommen mit dort erfassten ökologischen Faktoren (E3, E4, E7–9, E15, K8). * analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14). | *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 Unterrichtsstunden 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) |  |

| * Inhaltliche Aspekte | Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Schülerinnen und Schüler… | *Sequenzierung: Leitfragen* |
| --- | --- | --- |
| * Idealisierte Populationsentwicklung: exponentielles und logistisches Wachstum * Fortpflanzungsstrategien: r- und K-Strategien | * interpretieren grafische Darstellungen der Populationsdynamik unter idealisierten und realen Bedingungen auch unter Berücksichtigung von Fortpflanzungsstrategien (S5, E9, E10, E12, K9). | *Welche grundlegenden Annahmen gibt es in der Ökologie über die Dynamik von  Populationen?*  (ca. 6 Ustd.) |
| * Interspezifische Beziehungen: Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen | * analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6–K8). | *In welcher Hinsicht stellen  Organismen selbst einen  Umweltfaktor dar?*  (ca. 6 Ustd.) |
| * Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität * Hormonartig  wirkende Substanzen in der Umwelt | * 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). | *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 Unterrichtsstunden 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) |  |

| * Inhaltliche Aspekte | Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Schülerinnen und Schüler… | *Sequenzierung: Leitfragen* |
| --- | --- | --- |
| * Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem:   Nahrungsnetz | * analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S7, E12, E14, K2, K5). | *In welcher Weise stehen  Lebensgemeinschaften durch Energiefluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt  ihres Ökosystems in Verbindung?*  (ca. 5 Ustd.) |
| * Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf |  | *Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant?*  (ca. 3 Ustd.) |
| * Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts * Ökologischer Fußabdruck | * erläutern geografische, zeitliche und soziale Auswirkungen des anthropogen bedingten Treibhauseffektes und entwickeln Kriterien für die Bewertung von Maßnahmen (S3, E16, K14, B4, B7, B10, B12). * beurteilen anhand des ökologischen Fußabdrucks den Verbrauch endlicher Ressourcen aus verschiedenen Perspektiven (K13, K14, B8, B10, B12). | *Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhaus- effekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden?*  (ca. 5 Ustd.) |
| * Stickstoffkreislauf * Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, nachhaltige Nutzung | * analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14). * analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S7, E12, E14, K2, K5). | *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 Unterrichtsstunden 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) |  |

| * Inhaltliche Aspekte | Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Schülerinnen und Schüler… | *Sequenzierung: Leitfragen* |  |
| --- | --- | --- | --- |
| * Speicherung und Realisierung genetischer Information:  Bau der DNA,  semikonservative Replikation,  Transkription, Translation | * leiten ausgehend vom Bau der DNA das Grundprinzip der semikonservativen Replikation aus experimentellen Befunden ab (S1, E1, E9, E11, K10). | *Wie wird die identische Verdopplung der DNA vor einer Zellteilung gewährleistet?*  (ca. 4 Ustd.) |  |
| * erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6). | *Wie wird die genetische Information der DNA zu Genprodukten bei Prokaryoten umgesetzt?*  (ca. 8 Ustd.) |  |
| * deuten Ergebnisse von Experimenten zum Ablauf der Proteinbiosynthese (u. a. zur Entschlüsselung des genetischen Codes) (S4, E9, E12, K2, K9). |  |  |
| * erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6). | *Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen bei der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten?*  (ca. 5 Ustd.) |  |
| * Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Genmutationen | * erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8). | *Wie können sich Veränderungen der DNA auf die Genprodukte und den Phänotyp auswirken?*  (ca. 5 Ustd.) |  |
| * PCR * Gelelektrophorese | * erläutern PCR und Gelelektrophorese unter anderem als Verfahren zur Feststellung von Genmutationen (S4, S6, E8–10, K11). | *Mit welchen molekularbiologischen Verfahren können zum Beispiel Genmutationen festgestellt werden?*  (ca. 6 Ustd.) |  |

| **UV LK-G2: DNA – Regulation der Genexpression und Krebs**  **Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution**  Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden 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 austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K) |  |

| * Inhaltliche Aspekte | Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Schülerinnen und Schüler… | *Sequenzierung: Leitfragen* |  |
| --- | --- | --- | --- |
| * Regulation der  Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung, Histonmodifikation, RNA-Interferenz | * erklären die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren und DNA-Methylierung (S2, S6, E9, K2, K11). * erläutern die Genregulation bei Eukaryoten durch RNA-Interferenz und Histon-Modifikation anhand von Modellen (S5, S6, E4, E5, K1, K10). | *Wie wird die Genaktivität bei Eukaryoten gesteuert?*  (ca. 10 Ustd.) |  |
| * Krebs: Krebszellen, Onkogene und Anti-Onkogene, personalisierte Medizin | * begründen Eigenschaften von Krebszellen mit Veränderungen in Proto-Onkogenen und Anti-Onkogenen (Tumor-Suppressor-Genen) (S3, S5, S6, E12). | *Wie können zelluläre Faktoren zum ungehemmten Wachstum der Krebszellen führen?*  (ca. 6 Ustd.) |  |
| * begründen den Einsatz der personalisierten Medizin in der Krebstherapie (S4, S6, E14, K13). | *Welche Chancen bietet eine personalisierte Krebstherapie?*  (ca. 4 Ustd.) |  |

| **UV LK-G3: Humangenetik, Gentechnik 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) |  |

| * Inhaltliche Aspekte | Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Schülerinnen und Schüler… | *Sequenzierung: Leitfragen* |  |
| --- | --- | --- | --- |
| * Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie | * analysieren Familienstammbäume und leiten daraus mögliche Konsequenzen für Gentest und Beratung ab (S4, E3, E11, E15, K14, B8). | *Welche Bedeutung haben Familienstammbäume für die genetische Beratung betroffener Familien?*  (ca. 4 Ustd.) |  |
| * Gentechnik: Veränderung und Einbau von DNA, Gentherapeutische Verfahren | * erklären die Herstellung rekombinanter DNA und nehmen zur Nutzung gentechnisch veränderter Organismen Stellung (S1, S8, K4, K13, B2, B3, B9, B12). | *Wie wird rekombinante DNA hergestellt und vermehrt?*  *Welche ethischen Konflikte treten bei der Nutzung gentechnisch veränderter Organismen auf?*  (ca. 8 Ustd.) |  |
| Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie | * bewerten Nutzen und Risiken einer Gentherapie beim Menschen und nehmen zum Einsatz gentherapeutischer Verfahren Stellung (S1, K14, B3, B7–9, B11). | *Welche ethischen Konflikte treten im Zusammenhang mit gentherapeutischen Behandlungen beim Menschen auf?*  (ca. 6 Ustd.) |  |

| **UV LK-E1: Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie**  **Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution**  Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden 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) |  |

| * Inhaltliche Aspekte | Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Schülerinnen und Schüler… | *Sequenzierung: Leitfragen* |  |
| --- | --- | --- | --- |
| * Synthetische  Evolutionstheorie: Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift | * begründen die Veränderungen im Genpool einer Population mit der Wirkung der Evolutionsfaktoren (S2, S5, S6, K7). | *Wie lassen sich Veränderungen im Genpool von Populationen erklären?*  (ca. 6 Ustd.) |  |
| * Synthetische  Evolutionstheorie: adaptiver Wert von Verhalten, Kosten-Nutzen-Analyse, reproduktive  Fitness | * erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8). | *Welche Bedeutung hat die reproduktive Fitness für die Entwicklung von Angepasstheiten?*  (ca. 2 Ustd.)  *Wie kann die Entwicklung von  angepassten Verhaltensweisen erklärt werden?*  (ca. 3 Ustd.) |  |
|  |  | *Wie lässt sich die Entstehung von Sexualdimorphismus erklären?*  (ca. 3 Ustd.) |  |
| * Sozialverhalten bei Primaten: exogene und endogene Ursachen, Fortpflanzungsverhalten | * erläutern datenbasiert das Fortpflanzungsverhalten von Primaten auch unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (S3, S5, E3, E9, K7). | *Wie lassen sich die Paarungsstrategien und Sozialsysteme bei Primaten erklären?*  (ca. 4 Ustd.) |  |
| * Synthetische  Evolutionstheorie: Koevolution | * erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8). | *Welche Prozesse laufen bei der Koevolution ab?*  (ca. 2 Ustd.) |  |
|  |

| **UV LK-E2: Stammbäume und Verwandtschaft**  **Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution**  Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden 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) |  |

| * Inhaltliche Aspekte | Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Schülerinnen und Schüler… | *Sequenzierung: Leitfragen* |  |
| --- | --- | --- | --- |
| * Stammbäume und Verwandtschaft: Artbildung,  Biodiversität, populationsgenetischer Artbegriff, Isolation | * erklären Prozesse des Artwandels und der Artbildung mithilfe der Synthetischen Evolutionstheorie (S4, S6, S7, E12, K6, K7). | *Wie kann es zur Entstehung  unterschiedlicher Arten kommen?*  (ca. 4 Ustd.) |  |
| * molekularbiologische Homologien, ursprüngliche und abgeleitete Merkmale | * deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8). | *Welche molekularen Merkmale deuten auf eine phylogenetische Verwandtschaft hin?*  (ca. 3 Ustd.) |  |
| * analysieren phylogenetische Stammbäume im Hinblick auf die Verwandtschaft von Lebewesen und die Evolution von Genen (S4, E2, E10, E12, K9, K11). | *Wie lässt sich die phylogenetische Verwandtschaft auf verschiedenen Ebenen ermitteln, darstellen und analysieren?*  (ca. 4 Ustd.) |  |
| * deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8). | *Wie lassen sich konvergente Entwicklungen erkennen?*  (ca. 3 Ustd.) |  |
| * Synthetische  Evolutionstheorie: Abgrenzung von nicht-naturwissenschaftlichen  Vorstellungen | * begründen die Abgrenzung der Synthetischen Evolutionstheorie gegen nicht-naturwissenschaftliche Positionen und nehmen zu diesen Stellung (E15–E17, K4, K13, B1, B2, B5). | *Wie lässt sich die Synthetische Evolutionstheorie von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen abgrenzen?*  (ca. 2 Ustd.) |  |

| **UV LK-E3: Humanevolution und kulturelle Evolution**  **Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution**  Zeitbedarf: ca.10 Unterrichtsstunden 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) |  |

| * Inhaltliche Aspekte | Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Schülerinnen und Schüler… | *Sequenzierung: Leitfragen* |  |
| --- | --- | --- | --- |
| * Evolution des Menschen und kulturelle Evolution: Ursprung, Fossilgeschichte, Stammbäume und Verbreitung des heutigen Menschen, Werkzeuggebrauch, Sprachentwicklung | * diskutieren wissenschaftliche  Befunde und Hypothesen zur  Humanevolution auch unter dem  Aspekt ihrer Vorläufigkeit (S4, E9, E12, E15, K7, K8). | *Wie kann die Evolution des Menschen anhand von morphologischen und molekularen Hinweisen nachvollzogen werden?*  (ca. 7 Ustd.) |  |
| * analysieren die Bedeutung der kulturellen Evolution für soziale Lebewesen (E9, E14, K7, K8, B2, B9). | *Welche Bedeutung hat die kulturelle Evolution für den Menschen und andere soziale Lebewesen?*  (ca. 3 Ustd.) |  |