**Inhaltsfeld 3: Genetik**

|  |  |
| --- | --- |
| **Inhaltliche Schwerpunkte** | **Vorschläge für mögliche Kontexte** |
| • Meiose und Rekombination  • Analyse von Familienstammbäumen  • Proteinbiosynthese  • Genregulation  • Gentechnologie  • Bioethik | • Genetisch bedingte Krankheiten  • *Omics* |
| **Basiskonzept System**  Merkmal, Gen, Allel, Genwirkkette, DNA, Chromosom, Genom, Stammzelle, Rekombination, Synthetischer Organismus **Basiskonzept Struktur und Funktion**  Proteinbiosynthese, Genetischer Code, Genregulation, Transkriptionsfaktor, RNA-Interferenz, Mutation, Proto-Onkogen, Tumor-Suppressorgen, DNA-Chip  **Basiskonzept Entwicklung**  Transgener Organismus, Synthetischer Organismus, Epigenese, Zelldifferen­zierung, Meiose | |

*Umgang mit Fachwissen*

Die Schülerinnen und Schüler...

* erläutern die Grundprinzipien der inter- und intrachromosomalen Rekom­bination (Reduktion und Neukombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung (UF4),
* vergleichen die molekularbiologischen Abläufe in der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten (UF1, UF3),
* erläutern die Bedeutung der Transkriptionsfaktoren für die Regulation von Zellstoffwechsel und Entwicklung (UF1, UF4),
* erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Mutationstypen (UF1, UF2),
* erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromosom- und Ge­nommutationen auf den Phänotyp (u.a. unter Berücksichtigung von Gen­wirkketten) (UF1, UF4),
* beschreiben molekulargenetische Werkzeuge und erläutern deren Bedeu­tung für gentechnische Grundoperationen (UF1).

*Erkenntnisgewinnung*

Die Schülerinnen und Schüler ...

* erklären mithilfe eines Modells die Wechselwirkung von Proto-Onkogenen und Tumor-Suppressorgenen auf die Regulation des Zellzyklus und beur­teilen die Folgen von Mutationen in diesen Genen (E6, UF1, UF3, UF4),
* reflektieren und erläutern den Wandel des Genbegriffes (E7),
* benennen Fragestellungen und stellen Hypothesen zur Entschlüsselung des genetischen Codes auf und erläutern klassische Experimente zur Entwicklung der Code-Sonne (E1, E3, E4),
* erläutern wissenschaftliche Experimente zur Aufklärung der Proteinbio­synthese, generieren Hypothesen auf der Grundlage der Versuchspläne und interpretieren die Versuchsergebnisse (E3, E4, E5),
* erläutern und entwickeln Modellvorstellungen auf der Grundlage von Ex­perimenten zur Aufklärung der Genregulation bei Prokaryoten (E2, E5, E6),
* begründen die Verwendung bestimmter Modellorganismen (u.a. *E. coli)* für besondere Fragestellungen genetischer Forschung (E6, E3),
* erklären mithilfe von Modellen genregulatorische Vorgänge bei Eukaryo-ten (E6),
* erläutern epigenetische Modelle zur Regelung des Zellstoffwechsels und leiten Konsequenzen für den Organismus ab (E6),
* erläutern molekulargenetische Verfahren (u.a. PCR, Gelelektrophorese) und ihre Einsatzgebiete (E4, E2, UF1),
* formulieren bei der Stammbaumanalyse Hypothesen zum Vererbungsmo­dus genetisch bedingter Merkmale (X-chromosomal, autosomal, Zweifak­torenanalyse; Kopplung, Crossing-over) und begründen die Hypothesen mit vorhandenen Daten auf der Grundlage der Meiose (E1, E3, E5, UF4, K4).

*Kommunikation*

Die Schülerinnen und Schüler...

* recherchieren Informationen zu humangenetischen Fragestellungen (u.a. genetisch bedingten Krankheiten), schätzen die Relevanz und Zuverläs­sigkeit der Informationen ein und fassen die Ergebnisse strukturiert zu­sammen (K2, K1, K3, K4),
* stellen mithilfe geeigneter Medien die Herstellung transgener Lebewesen dar und diskutieren ihre Verwendung (K1, B3),
* recherchieren Unterschiede zwischen embryonalen und adulten Stamm­zellen und präsentieren diese unter Verwendung geeigneter Darstellungs­formen (K2, K3).

*Bewertung*

Die Schülerinnen und Schüler...

* stellen naturwissenschaftlich-gesellschaftliche Positionen zum therapeuti­schen Einsatz von Stammzellen dar und bewerten Interessen sowie Fol­gen ethisch (B3, B4),
* geben die Bedeutung von DNA-Chips und Hochdurchsatz-Sequenzierung an und bewerten Chancen und Risiken (B1, B3),
* beschreiben aktuelle Entwicklungen in der Biotechnologie bis hin zum Aufbau von synthetischen Organismen in ihren Konsequenzen für unter­schiedliche Einsatzziele und bewerten sie (B3, B4).

**Inhaltsfeld 4: Neurobiologie**

|  |  |
| --- | --- |
| **Inhaltliche Schwerpunkte** | **Vorschläge für mögliche Kontexte** |
| • Aufbau und Funktion von Neuronen  • Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung  • Leistungen der Netzhaut  • Plastizität und Lernen  • Methoden der Neurobiologie | • Nervengifte  • Auge |
| **Basiskonzept System**  Neuron, Membran, lonenkanal, Synapse, Gehirn, Netzhaut, Fototransduktion, Farbwahrnehmung, Kontrastwahrnehmung **Basiskonzept Struktur und Funktion**  Neuron, Natrium-Kalium-Pumpe, Potentiale, Amplituden- und Frequenzmodu­lation, Synapse, Neurotransmitter, Hormon, *second messenger,* Reaktions­kaskade, Fototransduktion, Sympathicus, Parasympathicus, Neuroenhancer **Basiskonzept Entwicklung** Neuronale Plastizität | |

*Umgang mit Fachwissen*

Die Schülerinnen und Schüler...

* beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1),
* vergleichen die Weiterleitung des Aktionspotentials an myelinisierten und nicht myelinisierten Axonen miteinander und stellen diese unter dem As­pekt der Leitungsgeschwindigkeit in einen funktionellen Zusammenhang (UF2, UF3, UF4),
* erläutern die Verschaltung von Neuronen bei der Erregungsweiterleitung und der Verrechnung von Potentialen mit der Funktion der Synapsen auf molekularer Ebene (UF1, UF3),
* erklären die Rolle von Sympathikus und Parasympathikus bei der neuro­nalen und hormonellen Regelung von physiologischen Funktionen an Bei­spielen (UF4, E6, UF2, UF1),
* erläutern den Aufbau und die Funktion der Netzhaut unter den Aspekten der Färb- und Kontrastwahrnehmung (UF3, UF4),
* stellen Möglichkeiten und Grenzen bildgebender Verfahren zur Anatomie und zur Funktion des Gehirns (PET und fMRT) gegenüber und bringen diese mit der Erforschung von Gehirnabläufen in Verbindung (UF4, UF1, B4).

*Erkenntnisgewinnung*

Die Schülerinnen und Schüler...

* erklären Ableitungen von Potentialen mittels Messelektroden an Axon und Synapse und werten Messergebnisse unter Zuordnung der molekularen Vorgänge an Biomembranen aus (E5, E2, UF1, UF2),
* leiten aus Messdaten der Patch-Clamp-Technik Veränderungen von lo-nenströmen durch lonenkanäle ab und entwickeln dazu Modellvorstellun­gen (E5, E6, K4),
* erklären den Begriff der Plastizität anhand geeigneter Modelle und leiten die Bedeutung für ein lebenslanges Lernen ab (E6, UF4),
* stellen die Veränderung der Membranspannung an Lichtsinneszellen an­hand von Modellen dar und beschreiben die Bedeutung des *second mes-sengers* und der Reaktionskaskade bei der Fototransduktion (E6, E1).

*Kommunikation*

Die Schülerinnen und Schüler...

* dokumentieren und präsentieren die Wirkung von endo- und exogenen Stoffen auf Vorgänge am Axon, der Synapse und auf Gehirnareale an konkreten Beispielen (K1, K3, UF2),
* stellen den Vorgang von der durch einen Reiz ausgelösten Erregung von Sinneszellen bis zur Entstehung des Sinneseindrucks bzw. der Wahrneh­mung im Gehirn unter Verwendung fachspezifischer Darstellungsformen in Grundzügen dar (K1, K3),
* stellen aktuelle Modellvorstellungen zum Gedächtnis auf anatomisch­physiologischer Ebene dar (K3, B1),
* recherchieren und präsentieren aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu einer degenerativen Erkrankung (K2, K3).

*Bewertung*

Die Schülerinnen und Schüler...

* leiten Wirkungen von endo- und exogenen Substanzen (u.a. von Neuro-enhancern) auf die Gesundheit ab und bewerten mögliche Folgen für Indi­viduum und Gesellschaft (B3, B4, B2, UF2, UF4).

**Inhaltsfeld 5: Ökologie**

|  |  |
| --- | --- |
| **Inhaltliche Schwerpunkte** | **Vorschläge für mögliche Kontexte** |
| • Umweltfaktoren und ökologische Potenz  • Dynamik von Populationen  • Stoffkreislauf und Energiefluss  • Fotosynthese  • Mensch und Ökosysteme | • Feldstudien  • Weichmacher |
| **Basiskonzept System**  Ökosystem, Biozönose, Population, Organismus, Symbiose, Parasitismus,  Konkurrenz, Kompartiment, Fotosynthese, Stoffkreislauf  **Basiskonzept Struktur und Funktion**  Chloroplast, ökologische Nische, ökologische Potenz, Populationsdichte  **Basiskonzept Entwicklung**  Sukzession, Populationswachstum, Lebenszyklusstrategie | |

*Umgang mit Fachwissen*

Die Schülerinnen und Schüler...

* zeigen den Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von Bioindikato­ren und der Intensität abiotischer Faktoren in einem beliebigen Ökosystem (UF3, UF4, E4),
* erläutern den Zusammenhang zwischen Fotoreaktion und Synthesereak­tion und ordnen die Reaktionen den unterschiedlichen Kompartimenten des Chloroplasten zu (UF1, UF3),
* beschreiben die Dynamik von Populationen in Abhängigkeit von dichteab­hängigen und dichteunabhängigen Faktoren (UF1).

*Erkenntnisgewinnung*

* Die Schülerinnen und Schüler...
* analysieren Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen abiotischen Faktoren (E5),
* leiten aus Forschungsexperimenten zur Aufklärung der Fotosynthese zu Grunde liegende Fragestellungen und Hypothesen ab (E1, E3, UF2, UF4),
* untersuchen das Vorkommen, die Abundanz und die Dispersion von Le­bewesen eines Ökosystems im Freiland (E1, E2, E4),
* leiten aus Daten zu abiotischen und biotischen Faktoren Zusammenhänge im Hinblick auf zyklische und sukzessive Veränderungen (Abundanz und Dispersion von Arten) sowie K- und r-Lebenszyklusstrategien ab (E5, UF1, UF2, UF3, K4, UF4),
* planen ausgehend von Hypothesen Experimente zur Überprüfung der ökologischen Potenz nach dem Prinzip der Variablenkontrolle, nehmen kriterienorientiert Beobachtungen und Messungen vor und deuten die Er­gebnisse (E2, E3, E4, E5, K4),
* entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums bio­logische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1, E5),
* untersuchen Veränderungen von Populationen mit Hilfe von Simulationen auf der Grundlage des Lotka-Volterra-Modells (E6),
* vergleichen das Lotka-Volterra-Modell mit veröffentlichten Daten aus Frei­landmessungen und diskutieren die Grenzen des Modells (E6),
* leiten aus Untersuchungsdaten zu intra- und interspezifischen Beziehun­gen (u.a. Parasitismus, Symbiose, Konkurrenz) mögliche Folgen für die jeweiligen Arten ab und präsentieren diese unter Verwendung angemes­sener Medien (E5, K3, UF1),
* erklären mit Hilfe des Modells der ökologischen Nische die Koexistenz von Arten (E6, UF1, UF2),
* erläutern die Aussagekraft von biologischen Regeln (u.a. tiergeographi­sche Regeln) und grenzen diese von naturwissenschaftlichen Gesetzen ab (E7, K4).

*Kommunikation*

Die Schülerinnen und Schüler...

* erläutern mithilfe einfacher Schemata das Grundprinzip der Energieum­wandlung in den Fotosystemen und den Mechanismus der ATP-Synthese (K3, UF1),
* stellen energetische und stoffliche Beziehungen verschiedener Organis­men unter den Aspekten von Nahrungskette, Nahrungsnetz und Trophie-ebene formal, sprachlich und fachlich korrekt dar (K1, K3),
* präsentieren und erklären auf der Grundlage von Untersuchungsdaten die Wirkung von anthropogenen Faktoren auf ausgewählte globale Stoffkreis­läufe (K1, K3, UF1),
* recherchieren Beispiele für die biologische Invasion von Arten und leiten Folgen für das Ökosystem ab (K2, K4).

*Bewertung*

Die Schülerinnen und Schüler...

* diskutieren Konflikte zwischen der Nutzung natürlicher Ressourcen und dem Naturschutz (B2, B3),
* entwickeln Handlungsoptionen für das eigene Konsumverhalten und schätzen diese unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit ein (B2, B3).

**Inhaltsfeld 6: Evolution**

|  |  |
| --- | --- |
| **Inhaltliche Schwerpunkte** | **Vorschläge für mögliche Kontexte** |
| • Entwicklung der Evolutionstheorie  • Grundlagen evolutiver Veränderung  • Art und Artbildung  • Evolution und Verhalten  • Evolution des Menschen  • Stammbäume | • Primaten  • Parasiten |
| **Basiskonzept System**  Art, Population, Paarungssystem, Genpool, Gen, Allel, ncDNA, mtDNA, Bio-diversität  **Basiskonzept Struktur und Funktion**  Mutation, Rekombination, Selektion, Gendrift, Isolation, Investment, Homolo­gie  **Basiskonzept Entwicklung**  Fitness, Divergenz, Konvergenz, Coevolution, Adaptive Radiation, Artbildung, Phylogenese | |

*Umgang mit Fachwissen*

Die Schülerinnen und Schüler...

* beschreiben die Einordnung von Lebewesen mithilfe der Systematik und der binären Nomenklatur (UF1, UF4),
* stellen die synthetische Evolutionstheorie zusammenfassend dar (UF2, UF4),
* erläutern den Einfluss der Evolutionsfaktoren (Mutation, Rekombination, Selektion, Gendrift) auf den Genpool einer Population (UF4, UF1),
* stellen den Vorgang der adaptiven Radiation unter dem Aspekt der Ange-passtheit dar(UF2, UF4),
* erläutern das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen (UF1, UF4),
* beschreiben und erläutern molekulare Verfahren zur Analyse von phylo­genetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen (UF1, UF2),
* ordnen den modernen Menschen kriteriengeleitet den Primaten zu (UF3),
* beschreiben Biodiversität auf verschiedenen Systemebenen (genetische Variabilität, Artenvielfalt, Vielfalt der Ökosysteme) (UF4, UF1, UF2, UF3).

*Erkenntnisgewinnung*

Die Schülerinnen und Schüler...

* analysieren anhand von Daten die evolutionäre Entwicklung von Sozial­strukturen (Paarungssysteme, Habitatwahl) unter dem Aspekt der Fit-nessmaximierung (E5, UF2, UF4, K4),
* stellen Erklärungsmodelle für die Evolution in ihrer historischen Entwick­lung und die damit verbundenen Veränderungen des Weltbildes dar (E7),
* belegen an Beispielen den aktuellen evolutionären Wandel von Organis­men (u.a. mithilfe von Auszügen aus Gendatenbanken) (E2, E5),
* analysieren molekulargenetische Daten und deuten sie mit Daten aus klassischen Datierungsmethoden im Hinblick auf die Verbreitung von Alle­len und Verwandtschaftsbeziehungen von Lebewesen (E5, E6),
* deuten Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Merkma­len von Organismen zum Beleg konvergenter und divergenter Entwicklun­gen (E5, UF3),
* bestimmen und modellieren mithilfe des Hardy-Weinberg-Gesetzes die Allelfrequenzen in Populationen und geben Bedingungen für die Gültigkeit des Gesetzes an (E6),
* erklären Modellvorstellungen zu Artbildungsprozessen (u.a. allopatrische und sympatrische Artbildung) an Beispielen (E6, UF1),
* entwickeln und erläutern Hypothesen zu phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Daten zu anatomisch-morphologischen und molekula­ren Homologien (E3, E5, K1, K4),
* erstellen und analysieren Stammbäume anhand von Daten zur Ermittlung von Verwandtschaftsbeziehungen von Arten (E3, E5).

*Kommunikation*

Die Schülerinnen und Schüler...

* stellen Belege für die Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie (u.a. Molekularbiologie) adressatengerecht dar (K1, K3),
* erklären mithilfe molekulargenetischer Modellvorstellungen zur Evolution der Genome die genetische Vielfalt der Lebewesen (K4, E6),
* diskutieren wissenschaftliche Befunde (u.a. Schlüsselmerkmale) und Hy­pothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kri­tisch-konstruktiv (K4, E7),
* wählen angemessene Medien zur Darstellung von Beispielen zur (Devo­  
  lution aus und präsentieren die Beispiele (K3, UF2).

*Bewertung*

Die Schülerinnen und Schüler...

* grenzen die Synthetische Theorie der Evolution gegenüber nicht naturwis­senschaftlichen Positionen zur Entstehung von Artenvielfalt ab und neh­men zu diesen begründet Stellung (B2, K4),
* bewerten die Problematik des Rasse-Begriffs beim Menschen aus histori­scher und gesellschaftlicher Sicht und nehmen zum Missbrauch dieses Begriffs aus fachlicher Perspektive Stellung (B1, B3, K4).