

- **Unterrichtsvorhaben I:** Modellvorstellungen zur Proteinbiosynthese – *Wie entstehen aus Genen Merkmale und welche Einflüsse haben Veränderungen der genetischen Strukturen auf einen Organismus?*
- **Unterrichtsvorhaben II:** Genregulation bei Pro- und Eukaryoten
- **Unterrichtsvorhaben III:** Humangenetische Beratung – *Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf?*

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Meiose und Rekombination
- Analyse von Familienstammbäumen
- Proteinbiosynthese
- Genregulation
- Gentechnik
- Bioethik

**Basiskonzepte:**

**System**

Merkmal, Gen, Allel, Genwirkkette, DNA, Chromosom, Genom, Rekombination, Stammzelle

**Struktur und Funktion**

Proteinbiosynthese, Genetischer Code, Genregulation, Transkriptionsfaktor, Mutation, Proto-Onkogen, Tumor-Suppressorgen, DNA-Chip

**Entwicklung**

Transgener Organismus, Epigenese, Zelldifferenzierung, Meiose

**Zeitbedarf:** ca. 50 Std. à 45 Minuten

**Unterrichtsvorhaben I**

**Thema/Kontext: Modellvorstellungen zur Proteinbiosynthese – *Wie entstehen aus Genen Merkmale und welche Einflüsse haben Veränderungen der genetischen Strukturen auf einen Organismus?***

**Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)**

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Proteinbiosynthese
- Gentechnik

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- **UF1** biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben
- **UF2** zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden
- **UF4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen
- **E2** Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern
- **E3** mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten
- **E4** Experimente mit komplexen Versuchsplänen und –aufbauten mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien (Sicherheit, Messvorschriften, Variablenkontrolle, Fehleranalyse) durchführen
- **E6** Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>E7</b> naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen</li> <li>• <b>K1</b> bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden</li> </ul>	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
Wiederholung:  DNA-Aufbau  DNA-Replikation			
Diabetes – Krankheitsbild, Symptome, Ursachen, Behandlungsmöglichkeiten		Internetrecherche	
Schlüsselprotein Insulin – Differenzen zwischen Betroffenen und nicht Betroffenen  Aufbau und Synthese des Insulins  genetischer Code (LK: Klassische Experimente)  Proteinbiosynthese bei Pro- u.	<p>erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Mutationstypen (UF1, UF2),</p> <p><i>benennen Fragestellungen und stellen Hypothesen zur Entschlüsselung des genetischen Codes auf und erläutern klassische Experimente zur Entwicklung der Code-Sonne (E1, E3, E4),</i></p> <p>vergleichen die molekularbiologischen</p>	Arbeitsblätter  Fachbuch Natura	

<p>Eukaryoten (Experimente erläutern)</p> <p>Mutationstypen (Genmutation, Chromosomenmutation, Genommutation)</p> <p>Genbegriff (LK: historischer Wandel)</p>	<p>Abläufe in der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten (UF1, UF3),</p> <p><i>erläutern wissenschaftliche Experimente zur Aufklärung der Proteinbiosynthese, generieren Hypothesen auf der Grundlage der Versuchspläne und interpretieren die Versuchsergebnisse (E3, E4, E5),</i></p> <p><i>erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp (UF1, UF4),</i></p> <p><i>reflektieren und erläutern den Wandel des Genbegriffs (E7)</i></p>		
<p>Künstliche Synthese von Insulin – Gentechnik in der Anwendung</p> <p>molekulargenetische Verfahren (PCR, Gelelektrophorese)</p> <p>Modellorganismen (E. coli)</p> <p>Herstellung transgener Lebewesen (LK: Aufbau synthetischer Organismen)</p>	<p>beschreiben molekulargenetische Werkzeuge und erläutern deren Bedeutung für gentechnische Grundoperationen (UF1)</p> <p>erläutern molekulargenetische Verfahren (u.a. PCR, Gelelektrophorese) und ihre Einsatzgebiete (E4, E2, UF1),</p> <p>begründen die Verwendung bestimmter Modellorganismen (u.a. <i>E. coli</i>) für besondere Fragestellungen genetischer Forschung (E6, E3),</p> <p>stellen mithilfe geeigneter Medien die Herstellung transgener Lebewesen dar und diskutieren ihre Verwendung (K1, B3),</p> <p><i>beschreiben aktuelle Entwicklungen in der Biotechnologie bis hin zum Aufbau von synthetischen Organismen in ihren</i></p>	<p>Unterrichtsreihe Gentechnische Herstellung von Insulin</p> <p>Fachbuch Natura</p>	<p>Exkursion nach Beverungen/Bielefeld/Osnabrück – Bakteriengenetische Experimente</p>

	<i>Konsequenzen für unterschiedliche Einsatzziele und bewerten sie (B3, B4).</i>		
--	--	--	--

Leistungsbewertung:

- ggf. Klausur / Kurzvortrag

## Unterrichtsvorhaben II

### Thema/Kontext: Genregulation bei Pro- und Eukaryoten

#### Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Genregulation bei Prokaryoten (Jacob-Monod-Modell) und Eukaryoten
- Epigenetik
- Krebs – Folge fehlgesteuerter Gene

#### Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- **UF3** biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidungen begründen
- **E4** Experimente mit komplexen Versuchsplänen und –aufbauten mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien (Sicherheit, Messvorschriften, Variablenkontrolle, Fehleranalyse) durchführen
- **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.
- **K2** zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen,
- **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren
- **B3** an Beispielen von Konfliktsituationen mit biologischem Hintergrund kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten.

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>B4</b> begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten</li> </ul>
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Phänomen: Organismenwachstum in Abhängigkeit vom Nährmedium – Genregulation nach dem Operon-Modell</p> <p>Substratinduktion</p> <p>Endproduktrepression</p> <p>positive Genregulation</p>	<p>erläutern und entwickeln Modellvorstellungen auf der Grundlage von Experimenten zur Aufklärung der Genregulation bei Prokaryoten (E2, E5, E6),</p>		<p>Experimente zur Substratinduktion bei Hefe können ergänzend durchgeführt werden</p>
<p>Genregulation bei Eukaryoten</p> <p>erweitertes Regulationsmodell (Transkriptionsfaktoren, Aktivatoren, Repressoren)</p>	<p><i>erläutern die Bedeutung der Transkriptionsfaktoren für die Regulation von Zellstoffwechsel und Entwicklung (UF1, UF4)</i></p> <p><i>erklären mithilfe von Modellen genregulatorische Vorgänge bei Eukaryoten (E6),</i></p>		
<p>Epigenetik</p> <p>Regulierungsmuster (Methylierung)</p>	<p>erklären einen epigenetischen Mechanismus als Modell zur Regelung des</p>	<p>Ausgaben Spektrum der Wissenschaft, Dossier Epigenetik</p>	<p>mögliche Fallbeispiele: Kokainwirkung auf epigenetische Regulierungsmuster,</p>

<p>und Acetylisierung) und ihre Auswirkungen auf Genaktivität und Chromatinverdichtung</p>	<p>Zellstoffwechsels (E6)</p> <p><i>erläutern epigenetische Modelle zur Regelung des Zellstoffwechsels und leiten Konsequenzen für den Organismus ab (E6)</i></p>	<p>Arbeitsblätter</p> <p>3sat – Dokumentation Epigenetik</p>	<p>Zwillingsstudien, Hungersnöte in den Niederlanden</p>
<p>Krebs – Folge fehlgesteuerter Gene</p> <p>Dickdarmkrebs</p> <p>Retinoblastom</p>	<p>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),</p> <p>erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp (u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4),</p>		<p>Im Grundkurs Auswahl eines der beiden Themen</p> <p>Recherche zu Krebserkrankungen und Therapien</p>
<p>Leistungsbewertung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. Klausur / Kurzvortrag</li> </ul>			



**Unterrichtsvorhaben III**

**Thema/Kontext: Humangenetische Beratung** – *Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf?*

**Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)**

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Meiose und Rekombination
- Analyse von Familienstammbäumen
- Bioethik

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- **UF3** biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidungen begründen
- **E1** selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren, und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren
- **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.
- **K2** zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen,
- **K4** sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv ausdrücken und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen
- **B1** fachliche, wirtschaftlich-politische und moralische Kriterien bei Bewertungen von biologischen und biotechnischen Sachverhalten unterscheiden und angeben

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>B2</b> Auseinandersetzungen und Kontroversen zu biologischen und biotechnischen Problemen und Entwicklungen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Entscheidungen auf der Basis von Sachargumenten vertreten</li> <li>• <b>B3</b> an Beispielen von Konfliktsituationen mit biologischem Hintergrund kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten.</li> </ul>	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
Reaktivierung von SI-Vorwissen			SI-Wissen wird reaktiviert, ein Ausblick auf Neues wird gegeben.
<p><i>Wie werden die Keimzellen gebildet und welche Unterschiede gibt es bei Frau und Mann?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Meiose</li> <li>• Spermatogenese / Oogenese</li> </ul> <p><i>Wo entscheidet sich die genetische Ausstattung einer Keimzelle und wie entsteht genetische Vielfalt?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inter- und intrachromosomale Rekombination</li> </ul> <p>Trisomie 21 als Chromosomen-</p>	<p>erläutern die Grundprinzipien der Rekombination (Reduktion und Neukombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung (UF4).</p> <p>erläutern die Grundprinzipien der inter- und intrachromosomalen Rekombination (Reduktion und Neukombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung (UF4), Kopplung, Crossing-over, Zweifaktorenanalyse (UF4)</p>		<p>Zentrale Aspekte der Meiose werden selbstständig wiederholt und geübt.</p> <p>Schlüsselstellen bei der Keimzellenbildung werden erarbeitet und die theoretisch möglichen Rekombinationsmöglichkeiten werden ermittelt.</p> <p>Erstellen und Analyse von Karyogrammen</p>

fehlverteilung			
<p><i>Wie kann man ein Vererbungsmuster von genetisch bedingten Krankheiten im Verlauf von Familiengenerationen ermitteln und wie kann man daraus Prognosen für den Nachwuchs ableiten?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erbgänge/Vererbungsmodi</li> <li>• genetisch bedingte Krankheiten:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ PKU</li> <li>○ Chorea Huntington</li> </ul> </li> </ul> <p>DNA-Chips, STR, RFLP</p>	<p>formulieren bei der Stammbaumanalyse Hypothesen zu X-chromosomalen und autosomalen Vererbungsmodi genetisch bedingter Merkmale und begründen die Hypothesen mit vorhandenen Daten auf der Grundlage der Meiose (E1, E3, E5, UF4, K4).</p> <p><i>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),</i></p> <p>erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp (u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4),</p> <p>geben die Bedeutung von DNA-Chips und Hochdurchsatz-Sequenzierung an und bewerten Chancen und Risiken (B1, B3)</p>	<p><b>Checkliste</b> zum methodischen Vorgehen bei einer Stammbaumanalyse.</p> <p><b>Exemplarische Beispiele</b> von Familienstammbäumen</p>	<p>Prognosen zum Auftreten spezifischer, genetisch bedingter Krankheiten werden für Paare mit Kinderwunsch ermittelt und für (weitere) Kinder begründet angegeben.</p> <p>Alternative Diagnoseverfahren können thematisiert werden.</p>
<p><i>Welche therapeutischen Ansätze ergeben sich aus der Stammzellenforschung und was ist</i></p>	<p>recherchieren Unterschiede zwischen embryonalen und adulten Stammzellen und präsentieren diese unter Verwendung</p>	<p><b>Recherche</b> zu embryonalen bzw. adulten Stammzellen und damit verbundenen therapeutischen Ansätzen in unterschiedlichen, von</p>	<p>Am Beispiel des Themas „Dürfen Embryonen getötet werden, um Krankheiten zu heilen?“ kann die Methode einer Dilemma-Diskussion</p>

<p><i>von ihnen zu halten?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gentherapie</li> <li>• Zelltherapie</li> </ul>	<p>geeigneter Darstellungsformen (K2, K3).</p> <p>stellen naturwissenschaftlich-gesellschaftliche Positionen zum therapeutischen Einsatz von Stammzellen dar und beurteilen Interessen sowie Folgen ethisch (B3, B4).</p>	<p>der Lehrkraft ausgewählten Quellen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Internetquellen</li> <li>- Fachbücher / Fachzeitschriften</li> </ul> <p><b>Checkliste:</b> Welche Quelle ist neutral und welche nicht?</p>	<p>durchgeführt und als Methode reflektiert werden.</p>
<p>Leistungsbewertung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“;</b> angekündigte Kurztests möglich, z. B. zu Meiose / Karyogrammen / Stammbaumanalyse</li> <li>• ggf. Klausur / Kurzvortrag</li> </ul>			

- **Unterrichtsvorhaben I:** Autökologie
- **Unterrichtsvorhaben II:** Populationsökologie
- **Unterrichtsvorhaben II:** Systemökologie

#### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Umweltfaktoren und ökologische Potenz
- Dynamik von Populationen
- Stoffkreislauf und Energiefluss
- Mensch und Ökosysteme

#### **Basiskonzepte:**

##### **System**

Ökosystem, Biozönose, Population, Organismus, Symbiose, Parasitismus, Konkurrenz, Kompartiment, Fotosynthese, Stoffkreislauf

##### **Struktur und Funktion**

Chloroplast, ökologische Nische, ökologische Potenz, Populationsdichte

##### **Entwicklung**

Sukzession, Populationswachstum, Lebenszyklusstrategie

**Unterrichtsvorhaben I**

**Thema/Kontext:** Autökologie

**Inhaltsfeld:** IF 5 (Ökologie)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Umweltfaktoren und ökologische Potenz

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- **UF1** biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern
- **UF2** zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden
- **UF3** biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen
- **UF4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen
- **E1** selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren
- **E2** Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern
- **E3** mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten
- **E4** Experimente mit komplexen Versuchsplänen und –aufbauten mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien (Sicherheit, Messvorschriften, Variablenkontrolle, Fehleranalyse) durchführen
- **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zu-

		<p>sammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>E6</b> Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen</li> <li>• <b>E7</b> naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen</li> <li>• <b>K1</b> bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden</li> <li>• <b>K2</b> zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen</li> <li>• <b>K3</b> biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren</li> </ul>	
<p><b>Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b></p>	<p><b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b>  <b>Die Schülerinnen und Schüler ...</b></p>	<p><b>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b></p>	<p><b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b></p>
<p>Einführung ökologischer Grundbegriffe (Ökofaktoren, Biotop, Biozönose, ...)</p> <p><b>Abiotische Faktoren:</b> <b>Temperatur + Tiere</b> RGT-Regel, Tiergeograph. Regeln (Bergmann/Allen), Homiothermie, Poikilothermie Jahresrhythmik</p>	<p>erläutern die Aussagekraft von biologischen Regeln (u.a. tiergeographische Regeln) und grenzen diese von naturwissenschaftlichen Gesetzen ab (E7, K4),</p>	<p>Arbeitsblätter</p> <p>Fachbuch Natura</p> <p>Internetrecherche</p> <p>Unterrichtsversuche</p>	<p>z.B. Schülerversuch (Rundkolben versch. Volumina ..)</p> <p>Experimente mit Mehlwürmern</p>

<p>Überwinterung</p> <p><b>Temperatur + Pflanzen</b> Jahreszeitl. Entw. Tagesrhythmik Höhenzonierung</p> <p><b>Wasser + Tiere</b> Osmoregulation Wasser- und Salzhaushalt der Tiere Leben mit wenig Wasser Wüstentiere Stoffwechsel und Exkretion</p> <p><b>Wasser + Pflanzen</b> Angepasstheit an Verfügbarkeit von Wasser, Pflanzenanatomie Wasserhaushalt der Pfl.</p> <p><b>Licht + Pflanzen</b> Steuerung der Samenkeimung Fototropismus Tagesrhythmik Licht-/Dunkelkeimer</p> <p><b>Licht + Tiere</b> Tages- und Jahresrhythmik</p> <p><b>Zusammenwirken der abiot. Faktoren</b> <b>Ökologische Potenz</b></p>	<p>zeigen den Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von Bioindikatoren und der Intensität abiotischer Faktoren in einem beliebigen Ökosystem auf (UF3, UF4, E4),</p> <p><i>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),</i></p> <p>entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1, E5),</p>		
<p><b>Biotische Faktoren:</b> Inter- und intraspezifische Konkurrenz Konkurrenzvermeidung Konkurrenzausschluss</p>	<p>leiten aus Untersuchungsdaten zu intra- und interspezifischen Beziehungen (u.a. Parasitismus, Symbiose, Konkurrenz) mögliche Folgen für die jeweiligen Arten ab und</p>	<p>Arbeitsblätter</p> <p>Fachbuch Natura</p>	



<p>Parasitismus Symbiose Kommensalismus</p>	<p>präsentieren diese unter Verwendung angemessener Medien (E5, K3, UF1)</p>	<p>Internetrecherche</p>	
<p><b>Konzept der ökologischen Nische</b> <b>Ökologische Planstellen und Stellen- äquivalenz</b></p>	<p>erklären mit Hilfe des Modells der ökologischen Nische die Koexistenz von Arten (E6, UF1, UF2),</p>	<p>Arbeitsblätter Fachbuch Natura Internetrecherche</p>	
<p>Leistungsbewertung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. Klausur / Kurzvortrag</li> </ul>			

**Unterrichtsvorhaben II**

**Thema/Kontext: Populationsökologie**

**Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)**

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Dynamiken von Populationen

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- **UF1** biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern
- **UF2** zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden
- **UF3** biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen
- **UF4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen
- **E1** selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren
- **E2** Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern
- **E3** mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten
- **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern
- **E6** Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologi-

		<p>sche sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>E7</b> naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen</li> <li>• <b>K2</b> zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen</li> <li>• <b>K4</b> sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen</li> <li>• <b>B1</b> fachliche, wirtschaftlich-politische und moralische Kriterien bei Bewertungen von biologischen und biotechnischen Sachverhalten unterscheiden und angeben</li> </ul>	
<b>Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b>  <b>Die Schülerinnen und Schüler ...</b>	<b>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b>
<p><b>Entwicklung von Populationen</b>          Kenndaten von Populationen,           Dichteabhängiges und dichteunabhängiges Wachstum           Innere Dynamik von Populationen           Wechselwirkungen zwischen Populationen          Fressfeind-Beute-Beziehungen          Lotka-Volterra-Regeln</p>	<p>beschreiben die Dynamik von Populationen in Abhängigkeit von dichteabhängigen und dichteunabhängigen Faktoren (UF1)</p> <p>untersuchen Veränderungen von Populationen mit Hilfe von Simulationen auf der Grundlage des Lotka-Volterra-Modells (E6)</p> <p><i>vergleichen das Lotka-Volterra-Modell mit veröffentlichten Daten aus Freilandmessungen und diskutieren die Grenzen des Modells (E6)</i></p>	<p>Arbeitsblätter und Fachbuch Natura</p> <p>Wachstumskurven, bspw. von Bakterien- oder Paramecien-Arten</p> <p>Materialien zu <i>Luchs und Schneeschuhhase</i></p>	

<p>Schädlingspopulationen in Monokulturen</p> <p>➔ Methoden der Schädlingsbekämpfung (Ökologische, Integrierte ... .. Schädlingsbekämpfung)</p> <p>Lebenszyklusstrategien, r- und k-Strategen</p> <p>Einflüsse von Neobiota auf Biozöosen</p>	<p>entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1, E5)</p> <p>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)</p> <p>recherchieren Beispiele für die biologische Invasion von Arten und leiten Folgen für das Ökosystem ab (K2, K4)</p>	<p>Materialien zu <i>Marienkäfer – Blattlaus</i></p> <p>Internet- bzw. Literaturrecherche</p>	
<p>Diagnose von Schülerkompetenzen:</p>			
<p>Leistungsbewertung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. Klausur / Kurzvortrag</li> </ul>			

**Unterrichtsvorhaben III**

**Thema/Kontext: Systemökologie**

**Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)**

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Stoffkreislauf und Energiefluss
- Fotosynthese
- Mensch und Ökosysteme

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- **UF1** biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern
- **UF2** zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden
- **UF4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen
- **E1** selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren
- **E2** Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern
- **E4** Experimente mit komplexen Versuchsplänen und –aufbauten mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien (Sicherheit, Messvorschriften, Variablenkontrolle, Fehleranalyse) durchführen
- **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>K1</b> bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden</li> <li>• <b>K3</b> biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren</li> <li>• <b>K4</b> sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen</li> <li>• <b>B1</b> fachliche, wirtschaftlich-politische und moralische Kriterien bei Bewertungen von biologischen Sachverhalten unterscheiden und angeben</li> <li>• <b>B2</b> Auseinandersetzungen und Kontroversen zu biologischen Problemen und Entwicklungen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Entscheidungen auf der Basis von Sachargumenten vertreten</li> <li>• <b>B3</b> an Beispielen von Konfliktsituationen mit biologischem Hintergrund kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten</li> <li>• <b>B4</b> begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen</li> </ul>	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
Phänomen: Eutrophierung/Düngeproblematik	formulieren auf Grundlage von Untersuchungsdaten die Wirkung von anthropoge-		Aktuelle und/oder konkrete Ausprägungen des Phänomens be-

	nen Faktoren auf Stoffkreisläufe des aquatischen Ökosystems		obachten/besprechen (z. B. Gartenteich; Gutachten)
Aufbau aquatischer Ökosysteme	entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1, E5),	Datensätze aquatischer Ökosysteme (z. B. Heiliges Meer)	
Gliederung aquatischer Ökosysteme			
biotische Faktoren (v. a. Nahrungsnetz)	stellen energetische und stoffliche Beziehungen verschiedener Organismen unter den Aspekten von Nahrungskette, Nahrungsnetz und Trophieebene formal, sprachlich und fachlich korrekt dar (K1, K3)		
abiotische Faktoren (Schwerpunkt: Stickstoffkreislauf)			
Trophieebenen und Energiefluss	stellen energetische und stoffliche Beziehungen verschiedener Organismen unter den Aspekten von Nahrungskette, Nahrungsnetz und Trophieebene formal, sprachlich und fachlich korrekt dar (K1, K3)	Experimente zur Fotosynthese (bspw. Wasserpest als Untersuchungsobjekt)	
Fotosynthese und Abhängigkeit von abiotischen Faktoren	analysieren Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen abiotischen Faktoren (E5)		
Nahrungspyramide (Trophieebenen) in aquatischen Ökosystemen	<p>erläutern den Zusammenhang zwischen Fotoreaktion und Synthesereaktion und ordnen die Reaktionen den unterschiedlichen Kompartimenten des Chloroplasten zu (UF1, UF3)</p> <p><i>leiten aus Forschungsexperimenten zur Aufklärung der Fotosynthese zu Grunde liegende Fragestellungen und Hypothesen ab (E1, E3, UF2, UF4)</i></p>		

	<i>erläutern mithilfe einfacher Schemata das Grundprinzip der Energieumwandlung in den Fotosystemen und den Mechanismus der ATP-Synthese (K3, UF1)</i>		
<i>Freilanduntersuchungen</i>	<p>zeigen den Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von Bioindikatoren und der Intensität abiotischer Faktoren in einem beliebigen Ökosystem (UF3, UF4, E4)</p> <p><i>untersuchen das Vorkommen, die Abundanz und die Dispersion von Lebewesen eines Ökosystems im Freiland (E1, E2, E4)</i></p>		Gut Bustedt (Fachexkursion zur aquatischen Gewässerökologie) → für LK und GK verbindlich
<p>Landwirtschaft und Düngeproblematik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reoligotrophierungsmaßnahmen</li> <li>▪ Gegenüberstellung: Selbstreinigung bei Fließgewässern</li> </ul>	<p>präsentieren und erklären auf der Grundlage von Untersuchungsdaten die Wirkung von anthropogenen Faktoren auf ausgewählte globale Stoffkreisläufe (K1, K3, UF1)</p> <p>diskutieren Konflikte zwischen der Nutzung natürlicher Ressourcen und dem Naturschutz (B2, B3)</p> <p>entwickeln Handlungsoptionen für das eigene Konsumverhalten und schätzen diese unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit ein (B2, B3)</p>	Diskussion (bspw. Fishbowl-Diskussion)	
<p>Leistungsbewertung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. Klausur / Kurzvortrag</li> </ul>			



- **Unterrichtsvorhaben I:** Molekulare und zellbiologische Grundlagen der neuronalen Informationsverarbeitung – *Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie ist es organisiert?*
- **Unterrichtsvorhaben II:** Fototransduktion – *Wie entsteht aus der Erregung einfallender Lichtreize ein Sinneseindruck im Gehirn?*
- **Unterrichtsvorhaben III:** Aspekte der Hirnforschung – *Welche Faktoren beeinflussen unser Gehirn?*

#### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Aufbau und Funktion von Neuronen
- Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung
- Leistungen der Netzhaut
- Plastizität und Lernen
- Methoden der Neurobiologie

#### **Basiskonzepte:**

##### **System**

Neuron, Membran, Ionenkanal, Synapse, Gehirn, Netzhaut, Fototransduktion, Farbwahrnehmung, Kontrastwahrnehmung

##### **Struktur und Funktion**

Neuron, Natrium-Kalium-Pumpe, Potentiale, Amplituden- und Frequenzmodulation, Synapse, Neurotransmitter, Hormon, *second messenger*, Reaktionskaskade, Fototransduktion, Sympathicus, Parasympathicus, Neuroenhancer

##### **Entwicklung**

Neuronale Plastizität

**Zeitbedarf GK:** ca. 30 Std. à 45 Minuten

<b>Unterrichtsvorhaben I:</b>			
<b>Thema/Kontext: Molekulare und zellbiologische Grundlagen der neuronalen Informationsverarbeitung – Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie ist es organisiert?</b>			
<b>Inhaltsfeld: Neurobiologie</b>			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b>	<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktion von Neuronen</li> <li>• Neuronale Informationsverarbeitung</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 10 Std. à 45 Minuten</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler können ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>UF1</b></li> <li>• <b>UF2</b></li> <li>• <b>E5</b></li> <li>• <b>E6</b></li> <li>• <b>K4</b></li> </ul>		
<b>Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...</b>	<b>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b>
<p><i>Neuronen – wie sind sie aufgebaut und wie funktionieren sie?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau der Nervenzelle</li> <li>• Ruhepotential</li> <li>• Aktionspotential</li> <li>• Messmethoden</li> </ul>	<p>beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1)</p> <p>erklären Ableitungen von Potentialen mittels Messelektroden an Axon und Synapse und werten Messergebnisse unter Zuordnung der molekularen Vorgänge an Biomembranen aus (E5,</p>	<p><b>Lernumgebung</b> zum Thema „Bau und Funktion der Nervenzelle“</p> <p>Diese enthält:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Informationsblätter</b> zum Neuron</li> </ul>	<p>Erweiterung des Neuronmodells auf weitere Neuronentypen denkbar</p> <p>Einsatz vorhandener Simulationsmodule</p>

	E2, UF1, UF2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>weiterführende Recherche für SuS: gestufte <b>Hilfen</b> mit Leitfragen zu Bau und Funktion</li> </ul>	möglich evtl.Ussing-Kammer
		Methodenvergleich in Partnerarbeit	
<p><i>Wie erfolgt die Weiterleitung der Aktionspotentiale?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>saltatorische Erregungsweiterleitung</li> </ul> <p><i>Synapsen – wie sind sie aufgebaut und welche Rolle spielen sie für die neuronalen Vernetzungen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>erregende und hemmende Synapsen</li> <li>Neurotransmitter</li> <li>räumliche und zeitliche Summation</li> <li>praesynaptische und postsynaptische Hemmung</li> <li>Synapsengifte</li> </ul>	<p>erklären die Weiterleitung des Aktionspotentials an myelinisierten Axonen (UF1)</p> <p>erläutern die Verschaltung von Neuronen bei der Erregungsweiterleitung und der Verrechnung von Potentialen mit der Funktion der Synapse auf molekularer Ebene (UF1, UF3)</p>	<p>Arbeitsblätter</p> <p>Partnerarbeit</p> <p>Unterrichtsgespräch</p> <p>Simulations-Software</p> <p>Diverse Audiovisuelle Medien</p> <p>Kurzvorträge mit Hilfe von Abbildungen (u. a. zum synaptischen Spalt)</p>	Einsatz vorhandener Simulationsmodule möglich
<p><i>Wie steuert das vegetative Nervensystem Körperreaktionen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ZNS und autonomes Nervensystem</li> <li>Antagonistische Wirkungen</li> <li>Wirkung von Dauerstress</li> </ul>	erklären die Rolle von Sympathicus und Parasympathicus bei der neuronalen und hormonellen Regelung von physiologischen Funktionen an einem Beispiel (UF4, E6, UF2, UF1)	<b>Recherche</b> in digitalen und analogen Medien, die von den SuS selbst gewählt werden.	Simulation einer Stresssituation/Stressdiagnose

Leistungsbewertung:

- Sonstige Mitarbeit
- ggf. Klausuraufgabe

<b>Unterrichtsvorhaben II:</b>			
<b>Thema/Kontext: Fototransduktion – Wie entsteht aus der Erregung einfallender Lichtreize ein Sinneseindruck im Gehirn?</b>			
<b>Inhaltsfeld: Neurobiologie</b>			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Leistungen der Netzhaut</li> <li>Grundlagen der Wahrnehmung</li> </ul> <b>Zeitbedarf:</b> ca. 10 Std. à 45 Minuten		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> Die Schülerinnen und Schüler können ... <ul style="list-style-type: none"> <li>UF1</li> <li>UF2</li> <li>UF4</li> <li>B3</li> <li>B4</li> <li>K1</li> <li>K3</li> <li>E6</li> </ul>	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<i>Wie entsteht aus einem Lichtreiz eine Erregung?</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bau und Funktion eines Lichtsinnesrezeptors</li> </ul>	stellen das Prinzip der Signaltransduktion an einem Rezeptor anhand von Modellen dar (UF1,UF2,UF4, E6)	<b>Lernumgebung</b> zum Thema „Netzhaut“  Diese enthält:  Empfohlene Materialien	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulationssoftware</li> <li>• Filmmaterial</li> <li>• Informationsblätter</li> <li>• Internetquellen zur weiterführenden Recherche für SuS:</li> </ul> <p>Informationstexte</p> <p>Informationstexte, Bilder und kurze Filme</p>	
<p><i>Wie entsteht der Farbeindruck im Gehirn?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fototransduktion</li> <li>• Zapfentypen</li> <li>• Additive Farbmischung</li> <li>• Rezeptive Felder</li> <li>• Laterale Inhibition</li> <li>• Sehrinde</li> </ul>	<p>stellen den Vorgang von der durch einen Reiz ausgelösten Erregung von Sinneszellen bis zur Entstehung des Sinneseindrucks bzw. der Wahrnehmung im Gehirn unter Verwendung fach-spezifischer Darstellungsformen in Grundzügen dar (K1,K3)</p>	<p>Arbeitsblätter Partnerarbeit</p> <p>Kurzvorträge mit Hilfe von Abbildungen</p>	
<p>Leistungsbewertung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sonstige Mitarbeit</li> <li>• ggf. Klausur</li> </ul>			

**Unterrichtsvorhaben III:**

- **Thema/Kontext:** Aspekte der Hirnforschung – *Welche Faktoren beeinflussen unser Gehirn?*

**Inhaltsfeld: Neurobiologie**

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Plastizität und Lernen
- Methoden der Neurobiologie

**Zeitbedarf:** ca. 10 Std. à 45 Minuten

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- **UF4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.
- **K2** zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen.
- **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,
- **B4** begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.

<p>Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...</p>	<p>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</p>	<p>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</p>
---	---	---	---

<p><i>Wie funktioniert unser Gedächtnis?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationsverarbeitung im Zentralnervensystem</li> <li>• Bau des Gehirns</li> <li>• Hirnfunktionen</li> </ul> <p><i>Was passiert, wenn eine Information aus dem Kurzzeit- ins Langzeitgedächtnis überführt wird?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neuronale Plastizität</li> </ul> <p><i>Welche Möglichkeiten und Grenzen bestehen bei bildgebenden Verfahren?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PET</li> <li>• MRT, fMRT</li> </ul>	<p>stellen aktuelle Modellvorstellungen zum Gedächtnis auf anatomisch-physiologischer Ebene dar (K3, B1).</p> <p>erklären den Begriff der Plastizität anhand geeigneter Modelle und leiten die Bedeutung für ein lebenslanges Lernen ab (E6, UF4).</p> <p>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).</p>	<p><b>Lernumgebung</b> zum Thema „Gedächtnis und Lernen“</p> <p>Diese enthält:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationsblätter zu Mehrspeichermodellen:</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- gestufte Hilfen mit Leitfragen zum Modellvergleich</li> <li>- Informationstexte zu: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Mechanismen der neuronalen Plastizität</li> <li>b) neuronalen Plastizität in der Jugend und im Alter</li> </ul> </li> </ul> <p>MRT und fMRT-Bilder, die unterschiedliche Struktur- und Aktivitätsmuster bei Probanden zeigen.</p> <p>Informationstexte, Bilder und kurze Filme zu PET und fMRT</p>	<p>An dieser Stelle kann sehr gut ein Lernprodukt in Form einer Wikipedia-Seite zum effizienten Lernen erstellt werden.</p> <p>Vorschlag: Herausgearbeitet werden soll der Einfluss von:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stress</li> <li>• Schlaf bzw. Ruhephasen</li> </ul> <p>Im Vordergrund stehen die Herausarbeitung und Visualisierung des Begriffs „Neuronale Plastizität“: (Umbau-, Wachstums-, Verzweigungs- und Aktivitätsmuster von Nervenzellen im Gehirn mit besonderem Schwerpunkt auf das Wachstum der Großhirnrinde)</p>
<p><i>Wie beeinflusst Stress unser Lernen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfluss von Stress auf das Lernen und das menschliche Gedächtnis</li> <li>• Cortisol-Stoffwechsel</li> </ul>		<p>Informationstext zum Cortisol-Stoffwechsel (CRH, ACTH, Cortisol)</p> <p>Kriterien zur Erstellung von Merkblättern der SuS</p>	<p>Erstellen von Lernkurven unter Stress und Analyse des Lerntyps</p>



<p><i>Welche Erklärungsansätze gibt es zur ursächlichen Erklärung von Morbus Alzheimer und welche Therapie-Ansätze und Grenzen gibt es?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Degenerative Erkrankungen des Gehirns</li> </ul>	<p>recherchieren und präsentieren aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu einer degenerativen Erkrankung (K2, K3).</p>	<p>Recherche in digitalen und analogen Medien, die von den SuS selbst gewählt werden.</p> <p>Reflexionsgespräch</p>	<p>Informationen und Abbildungen werden recherchiert.</p>
<p><i>Wie wirken Neuroenhancer?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neuro-Enhancement: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Medikamente gegen Alzheimer, Demenz und ADHS</li> </ul> </li> </ul>	<p>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).</p> <p>leiten Wirkungen von endo- und exogenen Substanzen (u.a. von Neuroenhancern) auf die Gesundheit ab und bewerten mögliche Folgen für Individuum und Gesellschaft (B3, B4, B2, UF2, UF4).</p>	<p>Arbeitsblätter zur Wirkungsweise von verschiedenen Neuro-Enhancern</p> <p>Partnerarbeit</p> <p>Kurzvorträge</p> <p>Unterrichtsgespräch</p> <p>Erfahrungsberichte</p> <p>Podiumsdiskussion zum Thema: Sollen Neuroenhancer allen frei zugänglich gemacht werden?</p>	<p>Die Wirkweise von Neuroenhancern (auf Modellebene!) wird erarbeitet.</p> <p>Im Unterricht werden Gemeinsamkeiten und Unterschiede der verschiedenen Neuroenhancer gemeinsam erarbeitet und systematisiert.</p>
<p>Leistungsbewertung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sonstige Mitarbeit</li> <li>• ggf. Klausuraufgabe</li> </ul>			



- **Unterrichtsvorhaben I:** Molekulare und zellbiologische Grundlagen der neuronalen Informationsverarbeitung – *Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie ist es organisiert?*
- **Unterrichtsvorhaben II:** Fototransduktion – *Wie entsteht aus der Erregung einfallender Lichtreize ein Sinneseindruck im Gehirn?*
- **Unterrichtsvorhaben III:** Aspekte der Hirnforschung – *Welche Faktoren beeinflussen unser Gehirn?*

#### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Aufbau und Funktion von Neuronen
- Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung
- Leistungen der Netzhaut
- Plastizität und Lernen
- Methoden der Neurobiologie

#### **Basiskonzepte:**

##### **System**

Neuron, Membran, Ionenkanal, Synapse, Gehirn, Netzhaut, Fototransduktion, Farbwahrnehmung, Kontrastwahrnehmung

##### **Struktur und Funktion**

Neuron, Natrium-Kalium-Pumpe, Potentiale, Amplituden- und Frequenzmodulation, Synapse, Neurotransmitter, Hormon, *second messenger*, Reaktionskaskade, Fototransduktion, Sympathicus, Parasympathicus, Neuroenhancer

##### **Entwicklung**

Neuronale Plastizität

<b>Unterrichtsvorhaben I</b>			
<b>Thema/Kontext: Molekulare und zellbiologische Grundlagen der neuronalen Informationsverarbeitung – Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie ist es organisiert?</b>			
<b>Inhaltsfeld: Neurobiologie</b>			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktion von Neuronen</li> <li>• Neuronale Informationsverarbeitung</li> </ul> <b>Zeitbedarf:</b> ca. 17 Std. à 45 Minuten		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b>  Die Schülerinnen und Schüler können ... <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF1</li> <li>• UF2</li> <li>• E5</li> <li>• E6</li> <li>• K4</li> </ul>	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<i>Neuronen – wie sind sie aufgebaut und wie funktionieren sie?</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau der Nervenzelle</li> <li>• Ruhepotential</li> <li>• Aktionspotential</li> </ul>	beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1)  erklären Ableitungen von Potentialen mittels Messelektroden an Axon und Synapse und werten Messergebnisse unter Zuordnung der molekularen Vorgänge an Biomembranen aus (E5,	<b>Lernumgebung</b> zum Thema „Bau und Funktion der Nervenzelle“  Diese enthält: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Informationsblätter</b> zum Neuron</li> </ul>	Erweiterung des Neuronenmodells auf weitere Neuronentypen denkbar  Einsatz vorhandener Simulationsmodule mög-

<ul style="list-style-type: none"> <li>Messmethoden</li> </ul>	<p>E2, UF1, UF2)</p> <p>leiten aus Messdaten der Patch-Clamp-Technik Veränderungen von Ionen-Strömen durch Ionen-Kanäle ab und entwickeln dazu Modell-vorstellungen (E5, E6, K4)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>weiterführende Recherche für SuS: gestufte <b>Hilfen</b> mit Leitfragen zu Bau und Funktion</li> </ul> <p>Methodenvergleich in Partnerarbeit</p> <p>Poster-Entwicklung</p>	<p>lich</p> <p>evtl.Ussing-Kammer</p>
<p><i>Wie erfolgt die Weiterleitung der Aktionspotentiale?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>kontinuierliche und saltatorische Erregungsweiterleitung</li> <li>Leitungsgeschwindigkeit</li> </ul> <p><i>Synapsen – wie sind sie aufgebaut und welche Rolle spielen sie für die neuronalen Vernetzungen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>erregende und hemmende Synapsen</li> <li>Neurotransmitter</li> <li>räumliche und zeitliche Summation</li> <li>praesynaptische und postsynaptische Hemmung</li> <li>Synapsengifte</li> </ul>	<p>vergleichen die Weiterleitung des Aktionspotentials an myelinisierten und nicht myelinisierten Axonen miteinander und stellen diese unter dem Aspekt der Leitungsgeschwindigkeit in einen funktionalen Zusammenhang (UF2, UF3, UF4)</p> <p>erläutern die Verschaltung von Neuronen bei der Erregungsweiterleitung und der Verrechnung von Potentialen mit der Funktion der Synapse auf molekularer Ebene (UF1, UF3)</p>	<p>Arbeitsblätter</p> <p>Partnerarbeit</p> <p>Simulations-Software</p> <p>Diverse Audiovisuelle Medien</p> <p>Kurzvorträge mit Hilfe von Abbildungen (u. a. zum synaptischen Spalt)</p>	<p>Einsatz vorhandener Simulationsmodule möglich</p>
<p><i>Wie steuert das vegetative Nervensystem Körperreaktionen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ZNS und autonomes Nervensystem</li> </ul>	<p>erklären die Rolle von Sympathicus und Parasympathicus bei der neuronalen und hormonellen Regelung von physio-</p>	<p><b>Recherche</b> in digitalen und analogen Medien, die von den SuS selbst gewählt</p>	<p>Simulation einer Stress-</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antagonistische Wirkungen</li> <li>• Wirkung von Dauerstress</li> </ul>	logischen Funktionen an Beispielen (UF4, E6, UF2, UF1)	werden  formale <b>Kriterien</b> zur Erstellung eines Flyers  Reflexionsgespräch	situation/Stressdiagnose
<p>Leistungsbewertung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sonstige Mitarbeit</li> <li>• ggf. Klausuraufgabe</li> </ul>			

<b>Unterrichtsvorhaben II</b>			
<b>Thema/Kontext: Fototransduktion – Wie entsteht aus der Erregung einfallender Lichtreize ein Sinneseindruck im Gehirn?</b>			
<b>Inhaltsfeld: Neurobiologie</b>			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b>		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Leistungen der Netzhaut</li> <li>Grundlagen der Wahrnehmung</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 17 Std. à 45 Minuten</p>		<p>Die Schülerinnen und Schüler können ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>UF3</b></li> <li><b>UF4</b></li> <li><b>K1</b></li> <li><b>K3</b></li> <li><b>E1</b></li> <li><b>E6</b></li> </ul>	
<b>Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b>  <b>Die Schülerinnen und Schüler ...</b>	<b>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b>
<p><i>Wie ist die Netzhaut aufgebaut und wie funktioniert sie?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bau und Funktion der Netzhaut</li> </ul>	<p>erläutern den Aufbau und die Funktion der Netzhaut unter den Aspekten der Farb- und Kontrastwahrnehmung (UF3,UF4)</p>	<p><b>Lernumgebung</b> zum Thema „Netzhaut“</p> <p>Diese enthält:</p> <p>Empfohlene Materialien</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Simulationssoftware</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filmmaterial</li> <li>• Informationsblätter</li> <li>• Internetquellen zur weiterführenden Recherche für SuS</li> </ul> <p>Informationstexte</p> <p>Informationstexte, Bilder und kurze Filme</p>	
<p><i>Wie entsteht aus einem Lichtreiz eine Erregung?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau und Funktion eines Lichtsinnesrezeptors</li> <li>• Fototransduktion</li> </ul>	<p>stellen die Veränderung der Membranspannung an Lichtsinneszellen anhand von Modellen dar und beschreiben die Bedeutung des second messengers und der Reaktionskaskade bei der Fototransduktion (E1, E6)</p>	<p><b>Lernumgebung</b> zum Thema „Netzhaut“</p>	
<p><i>Wie entsteht der Farbeindruck im Gehirn?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zapfentypen</li> <li>• Additive Farbmischung</li> <li>• Rezeptive Felder</li> <li>• Laterale Inhibition</li> <li>• Sehrinde</li> </ul>	<p>stellen den Vorgang von der durch einen Reiz ausgelösten Erregung von Sinneszellen bis zur Entstehung des Sinneseindrucks bzw. der Wahrnehmung im Gehirn unter Verwendung fach-spezifischer Darstellungsformen in Grundzügen dar (K1, K3)</p>	<p>Arbeitsblätter Partnerarbeit</p> <p>Kurzvorträge mit Hilfe von Abbildungen</p> <p>Unterrichtsgespräch</p>	
<p>Leistungsbewertung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sonstige Mitarbeit</li> <li>• ggf. Klausur</li> </ul>			



**Unterrichtsvorhaben III**

- **Thema/Kontext: Aspekte der Hirnforschung** – *Welche Faktoren beeinflussen unser Gehirn?*

**Inhaltsfeld: Neurobiologie**

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Plastizität und Lernen
- Methoden der Neurobiologie

**Zeitbedarf LK:** ca. 17 Std. à 45 Minuten

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- **UF4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.
- **K2** zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen.
- **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,
- **B4** begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.

**Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte**

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**

Die Schülerinnen und Schüler ...

**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**

**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**

<p><i>Wie funktioniert unser Gedächtnis?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationsverarbeitung im Zentralnervensystem</li> <li>• Bau des Gehirns</li> <li>• Hirnfunktionen</li> </ul> <p><i>Was passiert, wenn eine Information aus dem Kurzzeit- ins Langzeitgedächtnis überführt wird?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neuronale Plastizität</li> </ul> <p><i>Welche Möglichkeiten und Grenzen bestehen bei bildgebenden Verfahren?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PET</li> <li>• MRT, fMRT</li> </ul>	<p>stellen aktuelle Modellvorstellungen zum Gedächtnis auf anatomisch-physiologischer Ebene dar (K3, B1).</p> <p>erklären den Begriff der Plastizität anhand geeigneter Modelle und leiten die Bedeutung für ein lebenslanges Lernen ab (E6, UF4).</p> <p>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).</p>	<p><b>Lernumgebung</b> zum Thema „Gedächtnis und Lernen“</p> <p>Diese enthält:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationsblätter zu <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Mechanismen der neuronalen Plastizität</li> <li>b) neuronalen Plastizität in der Jugend und im Alter</li> </ul> </li> </ul>	<p>An dieser Stelle kann sehr gut ein Lernprodukt in Form einer Wikipedia-Seite zum effizienten Lernen erstellt werden.</p> <p>Vorschlag: Herausgearbeitet werden soll der Einfluss von:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stress</li> <li>• Schlaf bzw. Ruhephasen</li> </ul> <p>Im Vordergrund stehen die Herausarbeitung und Visualisierung des Begriffs „Neuronale Plastizität“: (Umbau-, Wachstums-, Verzweigungs- und Aktivitätsmuster von Nervenzellen im Gehirn mit besonderem Schwerpunkt auf das Wachstum der Großhirnrinde)</p>
<p><i>Wie beeinflusst Stress unser Lernen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfluss von Stress auf das Lernen und das menschliche Gedächtnis</li> <li>• Cortisol-Stoffwechsel</li> </ul>		<p>Informationstext zum Cortisol-Stoffwechsel (CRH, ACTH, Cortisol)</p> <p>Kriterien zur Erstellung von Merkblättern der SuS</p>	<p>Erstellen von Lernkurven unter Stress und Analyse des Lerntyps</p>
<p><i>Welche Erklärungsansätze gibt es zur ursächlichen Erklärung von Morbus Alzheimer und welche The-</i></p>		<p>Recherche in digitalen und analogen</p>	<p>Informationen und Abbildungen</p>

<p><i>rapie-Ansätze und -Grenzen gibt es?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Degenerative Erkrankungen des Gehirns</li> </ul>	<p>recherchieren und präsentieren aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu einer degenerativen Erkrankung (K2, K3).</p>	<p>Medien, die von den SuS selbst gewählt werden. Reflexionsgespräch</p>	<p>werden recherchiert.</p>
<p><i>Wie wirken Neuroenhancer?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neuro-Enhancement: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Medikamente gegen Alzheimer, Demenz und ADHS</li> </ul> </li> </ul>	<p>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).</p> <p>leiten Wirkungen von endo- und exogenen Substanzen (u.a. von Neuroenhancern) auf die Gesundheit ab und bewerten mögliche Folgen für Individuum und Gesellschaft (B3, B4, B2, UF2, UF4).</p>	<p>Arbeitsblätter zur Wirkungsweise von verschiedenen Neuro-Enhancern Partnerarbeit Kurzvorträge Erfahrungsberichte Podiumsdiskussion zum Thema: Sollen Neuroenhancer allen frei zugänglich gemacht werden?</p>	<p>Die Wirkweise von Neuroenhancern (auf Modellebene!) wird erarbeitet.</p> <p>Im Unterricht werden Gemeinsamkeiten und Unterschiede der verschiedenen Neuroenhancer gemeinsam erarbeitet und systematisiert.</p>
<p>Leistungsbewertung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sonstige Mitarbeit</li> <li>• ggf. Klausuraufgabe</li> </ul>			

- **Unterrichtsvorhaben I:** Evolution in Aktion – *Welche Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel?*
- **Unterrichtsvorhaben II:** Evolution von Sozialstrukturen – Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?
- **Unterrichtsvorhaben III:** Stammesgeschichtliche Verwandtschaftsbeziehungen
- **Unterrichtsvorhaben IV:** Humanevolution – *Wie entstand der heutige Mensch?*

#### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Grundlagen evolutiver Veränderung
- Art und Artbildung
- Evolution und Verhalten
- Evolution des Menschen
- Stammbäume

#### **Basiskonzepte:**

##### **System**

Art, Population, Paarungssystem, Genpool, Gen, Allel, ncDNA, mtDNA

##### **Struktur und Funktion**

Mutation, Rekombination, Selektion, Gendrift, Isolation, Investment, Homologie

##### **Entwicklung**

Fitness, Divergenz, Konvergenz, Coevolution, Adaptive Radiation, Artbildung, Phylogenese

**Unterrichtsvorhaben I**

**Thema/Kontext: Evolution in Aktion – Welche Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel?**

**Inhaltsfeld: IF 6 (Evolution)**

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Grundlagen evolutiver Veränderung
- Art und Artbildung

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- **UF1** biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern,
- **UF 2** zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden
- **E3** mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten
- **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,
- **E6** Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen,
- **E7** naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.
- **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,
- **B2** Kontroversen zu biologischen Entwicklungen differenziert aus

		verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Entscheidungen auf der Basis von Sachargumenten vertreten	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Vielfalt der Lebewesen am Bsp. der Darwinfinken</p> <p>Art(begriff)</p> <p>Evolutionstheorien</p> <p>Belege für Evolution</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Homologie/Analogie</li> <li>▪ Entwicklung</li> <li>▪ molekularbiologische Belege</li> <li>▪ Fossilien (Schwerpunkt: Übergangsformen)</li> <li>▪ Biogeographie</li> </ul> <p>Evolutionsfaktoren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mutation</li> <li>▪ Rekombination</li> <li>▪ Selektion <ul style="list-style-type: none"> <li>- transformierend</li> <li>- stabilisierend</li> <li>- disruptiv</li> </ul> </li> </ul>	<p><i>beschreiben Biodiversität auf verschiedenen Systemebenen (genetische Variabilität, Artenvielfalt, Vielfalt der Ökosysteme) (UF4, UF1, UF2, UF3)</i></p> <p><i>stellen Erklärungsmodelle für die Evolution in ihrer historischen Entwicklung und die damit verbundenen Veränderungen des Weltbildes dar (E7)</i></p> <p>stellen Belege für die Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie (u.a. Molekularbiologie) adressatengerecht dar (K1, K3)</p> <p>deuten Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Merkmalen von Organismen zum Beleg konvergenter und divergenter Entwicklungen (E5, UF3)</p> <p>erläutern den Einfluss der Evolutionsfaktoren (Mutation, Rekombination, Selektion, Gendrift) auf den Genpool einer Population</p>		

<p>Artbildung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ allopatrisch</li> <li>▪ peripatrisch</li> <li>▪ sympatrisch</li> </ul> <p>adaptive Radiation</p>	<p>(UF4, UF1)</p> <p><i>bestimmen und modellieren mithilfe des Hardy-Weinberg-Gesetzes die Allelfrequenzen in Populationen und geben Bedingungen für die Gültigkeit des Gesetzes an (E6)</i></p> <p>erklären Modellvorstellungen zu Artbildungsprozessen (u.a. allopatrische und sympatrische Artbildung) an Beispielen (E6, UF1)</p> <p>stellen die synthetische Evolutionstheorie zusammenfassend dar (UF2, UF4)</p> <p><i>grenzen die Synthetische Theorie der Evolution gegenüber nicht naturwissenschaftlichen Positionen zur Entstehung von Artenvielfalt ab und nehmen zu diesen begründet Stellung (B2, K4)</i></p> <p>stellen den Vorgang der adaptiven Radiation unter dem Aspekt der Anpasstheit dar (UF2, UF4)</p>		
<p>Coevolution</p>	<p>wählen angemessene Medien zur Darstellung von Beispielen zur Coevolution aus und präsentieren die Beispiele (K3, UF2)</p>		<p>SuS-Präsentationen zu verschiedenen Bsp. für coevolutive Prozesse</p>
<p>Leistungsbewertung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. Klausur / Kurzvortrag</li> </ul>			

<b>Unterrichtsvorhaben II</b>			
<b>Thema/Kontext: Evolution von Sozialstrukturen – Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?</b>			
<b>Inhaltsfeld: IF 6(Evolution)</b>			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b>	<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b>  Die Schülerinnen und Schüler können ... <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>UF1</b> biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern</li> <li>• <b>UF2</b> zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden</li> <li>• <b>UF4</b> Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen</li> <li>• <b>E1</b> selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren</li> <li>• <b>K3</b> biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,</li> </ul>		
<b>Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b>	<b>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/Methoden</b>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b>
<i>Wie konnten sich Sexualdimorphis-</i>	<b>Die Schülerinnen und Schüler ...</b>	<b>Bilder</b> von Tieren mit deutlichen	



<p><i>men im Verlauf der Evolution etablieren, obwohl sie auf die natürliche Selektion bezogen eher Handicaps bzw. einen Nachteil darstellen?</i></p> <p>Evolution der Sexualität</p> <p><i>Evolution des Y-Chromosoms [LK]</i></p> <p>Sexuelle Selektion</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- inter- und intrasexuelle Selektion</li> <li>- reproduktive Fitness</li> </ul>	<p><i>erklären mithilfe molekulargenetischer Modellvorstellungen zur Evolution der Genome die genetische Vielfalt der Lebewesen (K4, E6)</i></p> <p>erläutern das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen (UF1, UF4)</p>	<p>Sexualdimorphismen</p> <p><b>Informationstexte</b> (von der Lehrkraft ausgewählt)</p>	
<p><i>Wieso gibt es unterschiedliche Sozial- und Paarsysteme?</i></p> <p>Paarungssysteme</p> <p>Brutpflegeverhalten</p> <p>Altruismus</p> <p>Habitatwahl</p>	<p>analysieren anhand von Daten die evolutionäre Entwicklung von Sozialstrukturen (Paarungssysteme, Habitatwahl) unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (E5, UF2, UF4, K4)</p>	<p><b>Daten aus der Literatur</b> zum Gruppenverhalten und Sozialstrukturen von Schimpansen, Gorillas und Orang-Utans</p> <p><b>Graphiken / Soziogramme</b></p>	
<p>Leistungsbewertung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. Klausur / Kurzvortrag</li> </ul>			

<b>Unterrichtsvorhaben III</b>			
<b>Thema/Kontext: Stammesgeschichtliche Verwandtschaftsbeziehungen</b>			
<b>Inhaltsfeld: IF 6 (Evolution)</b>			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b>	<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b>  Die Schülerinnen und Schüler können ... <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>UF2</b> zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden</li> <li>• <b>E5</b> Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern</li> <li>• <b>K1</b> bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden,</li> </ul>		
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<i>Wie lässt sich die Abstammung von Lebewesen systematisch darstellen?</i>  Grundlagen der Systematik	beschreiben die Einordnung von Lebewesen mithilfe der Systematik und der binären Nomenklatur (UF1, UF4)  <i>beschreiben und erläutern molekulare Verfahren zur Analyse von phylogenetischen</i>		

	<p><i>Verwandtschaften zwischen Lebewesen (UF1, UF2)</i></p> <p>erstellen und analysieren Stammbäume anhand von Daten zur Ermittlung von Verwandtschaftsbeziehungen von Arten (E3, E5)</p> <p>entwickeln und erläutern Hypothesen zu phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Homologien (E3, E5, K1, K4)</p> <p>analysieren molekulargenetische Daten und deuten sie mit Daten aus klassischen Datierungsmethoden im Hinblick auf die Verbreitung von Allelen und Verwandtschaftsbeziehungen von Lebewesen (E5, E6)</p>		
<p>Leistungsbewertung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. Klausur / Kurzvortrag</li> </ul>			

**Unterrichtsvorhaben IV**

**Thema/Kontext: Humanevolution – *Wie entstand der heutige Mensch?***

**Inhaltsfeld: IF 6 (Evolution)**

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- **UF1** biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern,
- **UF2** zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden,
- **E2** Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern
- **E3** mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten,
- **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern
- **E7** naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.
- **K2** zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen,
- **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsfor-

		men adressatengerecht präsentieren, <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>K4</b> sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen</li> </ul>	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
Systematische Stellung des Menschen im Stammbaum der Primaten  Primatenevolution  Hominidenevolution	ordnen den modernen Menschen kriteriengeleitet den Primaten zu (UF3)  diskutieren wissenschaftliche Befunde (u.a. Schlüsselmerkmale) und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch-konstruktiv (K4, E7)  <i>beschreiben und erläutern molekulare Verfahren zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen (UF1, UF2)</i>		Auswertung von DNA-Hybridisierungsverfahren
Wie lässt sich Rassismus biologisch widerlegen?  Menschliche Rassen gestern und heute	bewerten die Problematik des Rassebegriffs beim Menschen aus historischer und gesellschaftlicher Sicht und nehmen zum Missbrauch dieses Begriffs aus fachli-		

	cher Perspektive Stellung (B1, B3, K4)		
Aktuelle Trends in der Humanevolution	belegen an Beispielen den aktuellen evolutionären Wandel von Organismen (u.a. mithilfe von Auszügen aus Gendatenbanken) (E2, E5)		bspw. Laktoseintoleranz
Leistungsbewertung:			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. Klausur / Kurzvortrag</li> </ul>			