



**Schulinterner Lehrplan AvD  
zum Kernlehrplan für die gymnasiale Oberstufe**

**Biologie**

## Qualifikationsphase (Q1) – GRUND- & LEISTUNGSKURS

### Unterrichtsvorhaben I:

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

#### **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:**

- UF4 Vernetzung
- E1 Probleme und Fragestellung
- E3 Hypothesen
- E5 Auswertung
- B3 Werte und Normen

**Inhaltsfeld:** IF 3 (Genetik)

#### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- ♦ Meiose und Rekombination ♦ Analyse von Familienstammbäumen

**Zeitbedarf:** ca. 14 / 20 Std. à 45 Minuten

### Unterrichtsvorhaben II:

**Thema/Kontext:** Proteinbiosynthese – *Wie steuern Gene die Ausprägung von Merkmalen? Welche Konsequenzen haben Veränderungen der genetischen Strukturen für einen Organismus? Welche regulatorischen Proteine und Prozesse kontrollieren die Genexpression?*

#### **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:**

- E3 Hypothesen
- E6 Modelle
- UF1 Wiedergabe
- UF4 Vernetzung

**Inhaltsfeld:** IF 3 (Genetik)

#### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- ♦ Proteinbiosynthese ♦ Genregulation

**Zeitbedarf:** ca. 24 / 44 Std. à 45 Minuten

### Unterrichtsvorhaben III:

**Thema/Kontext:** Angewandte Genetik – *Welche Chancen und welche Risiken bestehen?*

#### **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:**

- K2 Recherche
- B1 Kriterien
- B4 Möglichkeiten und Grenzen

**Inhaltsfeld:** IF 3 (Genetik)

#### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- ♦ Gentechnik ♦ Bioethik

**Zeitbedarf:** ca. 4 / 12 Std. à 45 Minuten

### Unterrichtsvorhaben IV:

**Thema/Kontext:** Autökologische Untersuchungen – *Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf die Standortwahl und Angepasstheiten von Organismen?*

#### **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:**

- UF3 Systematisierung
- E1 Probleme und Fragestellungen
- E2 Wahrnehmung und Messung
- E4 Untersuchungen und Experimente
- E5 Auswertung
- K4 Argumentation

**Inhaltsfeld:** IF 5 (Ökologie)

#### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- ♦ Umweltfaktoren und ökologische Potenz

**Zeitbedarf:** ca. 12 / 20 Std. à 45 Minuten

<p><u>Unterrichtsvorhaben V:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> <i>Fotosynthese – Wie wird Lichtenergie in eine für alle Lebewesen nutzbare Energie umgewandelt?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF1 Wiedergabe</li> <li>• E1 Probleme und Fragestellung</li> <li>• E3 Hypothesen</li> <li>• K3 Präsentation</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> IF 5 (Ökologie)</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Fotosynthese</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 14 Std. à 45 Minuten</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben VI:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> <i>Trophieebenen – Was passiert mit der von Pflanzen umgewandelten Energie?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• K1 Dokumentation</li> <li>• K3 Präsentation</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> IF 5 (Ökologie), IF 3 (Genetik)</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Stoffkreisläufe und Energiefluss</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 4 / 6 Std. à 45 Minuten</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben VII:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> <i>Populationsdynamik – Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF2 Auswahl</li> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• E5 Auswertung</li> <li>• E6 Modelle</li> <li>• E7 Arbeits- und Denkweisen</li> <li>• K3 Präsentation</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> IF 5 (Ökologie)</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Dynamik von Populationen</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 10 / 12 Std. à 45 Minuten</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben VIII:</u></p> <p><b>Thema/Kontext:</b> <i>Veränderungen von Ökosystemen – Welchen Einfluss haben anthropogene Faktoren auf ausgewählte Ökosysteme?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF4 Vernetzung</li> <li>• K2 Recherche</li> <li>• B1 Kriterien</li> <li>• B2 Entscheidungen</li> <li>• B4 Möglichkeiten und Grenzen</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> IF 5 (Ökologie)</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Mensch und Ökosystem ♦ Stoffkreisläufe und Energiefluss</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 7 / 14 Std. à 45 Minuten</p>
<p><b>Summe Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS: 73 Stunden/LEISTUNGSKURS: 142 Stunden</b></p>	

## Grundkurs und **Leistungskurs** – Q1:

**Inhaltsfeld:** IF 3 (Genetik)

- **Unterrichtsvorhaben I:** Humangenetische Beratung – *Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf (LK)?*
- **Unterrichtsvorhaben II:** Proteinbiosynthese – *Wie steuern Gene die Ausprägung von Merkmalen? Welche Konsequenzen haben Veränderungen der genetischen Strukturen für einen Organismus? Welche regulatorischen Proteine und Prozesse kontrollieren die Genexpression?*
- **Unterrichtsvorhaben III:** Gentechnologie heute – Welche Chancen und welche Risiken bestehen?

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Meiose und Rekombination
- Analyse von Familienstambäumen
- Proteinbiosynthese
- Genregulation
- Gentechnik / **Gentechnologie**
- Bioethik

**Basiskonzepte:**

### **System**

Merkmal, Gen, Allel, Genwirkkette, DNA, Chromosom, Genom, **Stammzelle**, Rekombination, **Synthetischer Organismus**

### **Struktur und Funktion**

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

### **Entwicklung**

**Transgener Organismus**, **Synthetischer Organismus**, **Epigenese**, Zelldifferenzierung, Meiose

**Zeitbedarf:**

ca. 40 Ustd. à 45 Minuten (Grundkurs)

ca. 76 Ustd. à 45 Minuten (**Leistungskurs**)

## Unterrichtsvorhaben I

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

### Inhaltsfeld 3: Genetik

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Meiose und Rekombination
- Analyse von Familienstammbäumen
- Bioethik

#### Zeitbedarf:

ca. 14 Std. à 45 Minuten (Grundkurs)

ca. 20 Std. à 45 Minuten (Leistungskurs)

#### 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.
- **E1** in vorgegebenen Situationen biologische Phänomene beschreiben, in Teilprobleme zerlegen und dazu biologische Fragestellungen formulieren
- **E3** zur Klärung biologischer Fragestellungen Hypothesen formulieren und Möglichkeiten zu ihrer Überprüfung angeben.
- **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.
- **B3** an Beispielen von Konfliktsituationen mit biologischem Hintergrund kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten.

<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<p><i>Wie bleibt der artspezifische Chromosomensatz des Menschen von Generation zu Generation erhalten?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chromosomen</li> <li>• Meiose und Rekombinationsvorgänge</li> <li>• Chromosomen- und Genommutationen (hier z. B. Trisomie 21)</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca. 3 Ustd. / 4 Ustd.</p>	<p>erläutern die Grundprinzipien der Rekombination (Reduktion und Neukombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung (UF4).</p> <p>erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp (u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4)</p>	<p>Möglicher Einstieg: Entwicklungszyklus des Menschen</p> <p>Klärung der Begriffe Haploidie und Diploidie sowie Bestimmung des Geschlechts anhand eines Karyogramms</p> <p>Wiederholung der Meiose und des Prinzips der interchromosomalen Rekombination [1, 2]</p> <p>Analyse einer Genommutation (z.B. Trisomie 21, Klinefelter- und Turnersyndrom) Veranschaulichung der Ursachen durch Fehler bei der Meiose eines Elternteils.</p> <p>Erweiterung auf Chromosomenmutationen (z. B. Translokationstrisomie, <b>balancierte Translokationstrisomie, Mosaiktrisomie</b>) [3, 4]</p>
<p><i>Wie lassen sich aus Familienstammbäumen Vererbungsmodi ermitteln?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erbgänge und Stammbaumanalyse</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca. 6 Ustd./ 6 UStd.</p>	<p>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).</p>	<p><b>Strategien zur fachsprachlich korrekten Auswertung von Stammbäumen werden an mehreren Beispielen im Unterricht eingeübt</b> [5, 6]</p> <p>Korrektur von möglichen Fehlvorstellungen der SuS zu der Beziehung zwischen dominanten und rezessiven Allelen</p>
<p><i>Wie lassen sich Merkmalsausprägungen erklären, die nicht auf die Mendelschen Regeln zurückzuführen sind?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intrachromosomale Rekombination</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca. 4 Ustd.</p>	<p>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).</p> <p>erläutern die Grundprinzipien der inter- und intrachromosomalen Rekombination (Reduktion und Neukombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung (UF4).</p>	<p>Zweifaktorenanalyse (dihybrider Erbgang) und Crossing-over am Beispiel Bluterkrankheit / Rot-Grün-Blindheit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problematisierung der Grenzen und Ausweitung der Stammbaumanalyse (z. B. multiple Allele, variable Expressivität, polygen oder multifaktoriell bedingte Merkmale, Epistasie, extrachromosomale Vererbung), ggf. in kooperativer Erarbeitung</li> </ul>

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens
- **Begriffliche Netzwerke**
- **Stop-Motion-Film** zur Fehleranalyse
- Anfertigen von **Pfeifenreiniger- oder Knetgummi-Modellen**

Leistungsbewertung:

- **schriftliche Übungen** zu Meiose / Karyogrammen / Stammbaumanalyse in Form von einfachen
- **Multiple-Choice-Tests** und **Feedback-Bögen**
- **Ggf. Klausur**
- **Ggf. Facharbeit**
- **Stop-Motion-Film** nach vorgegebenen Kriterien

**Weiterführende Materialien:**

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/bio/gym/bp2004/fb3/4_klasse9_10/5_vortest/">https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/bio/gym/bp2004/fb3/4_klasse9_10/5_vortest/</a>	Vortest für Schülerinnen und Schüler, um die Wissensgrundlagen für die folgende Unterrichtseinheit herzustellen. Online durchführbar oder als pdf- oder Word-Dokument zum Download inklusive Lösungen.
2	<a href="http://www.mallig.eduvinet.de/bio/Repetito/Meiose1.html">http://www.mallig.eduvinet.de/bio/Repetito/Meiose1.html</a>	Interaktiver Online-Selbstlernkurs zur Meiose
3	Zentrale Klausur NRW BI GK 2006	In Aufgabe 2 „Pränatale Diagnoseverfahren in der humangenetischen Beratung“ zeigt das Karyogramm einer Frau mit Kinderwunsch eine balancierte Translokationstrisomie des Chromosom 21 auf das Chromosom 14, mithilfe des in Deutschland allerdings verbotenen Verfahrens der Polkörperchenanalyse soll das Risiko für die Geburt eines Kindes mit Down-Syndrom abgeschätzt werden, wenn eine von drei befruchteten Eizellen implantiert wird.
4	<a href="https://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/cms/zentralabitur-gost/faecher/getfile.php?file=4009">https://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/cms/zentralabitur-gost/faecher/getfile.php?file=4009</a>	In Aufgabe 3, Material C der Beispielaufgabe 2017 NRW BI GK sind zwei unterschiedliche Formen der Trisomie 21 Ursache für eine Alzheimer-Demenz.
5	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5646">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5646</a>	Lernaufgabe zur Stammbaumanalyse
6	<a href="http://www.mallig.eduvinet.de/bio/Repetito/Banaly1.html">http://www.mallig.eduvinet.de/bio/Repetito/Banaly1.html</a>	Interaktiver Online-Selbstlernkurs zur Stammbaumanalyse
7	<a href="http://www.biologyjunction.com/ecoli%20insulin%20factory.pdf">http://www.biologyjunction.com/ecoli%20insulin%20factory.pdf</a>	Mit Papier und Schere werden die Schritte zur Insulinsynthese durch Bakterien modellhaft nachvollzogen. Die Anleitung ist in englischer Sprache.
8	<a href="https://www.stammzellen.nrw.de/">https://www.stammzellen.nrw.de/</a>	Umfangreiche Internetseite, enthält u.a. Kurzvideos zu verschiedenen Typen

		von Stammzellen, und Download-Material für die Durchführung von Diskursprojekten zu der Forschung an humanen embryonalen Stammzellen sowie zum therapeutischen Klonen.
9	<a href="https://www.apotheken-umschau.de/AMD">https://www.apotheken-umschau.de/AMD</a>	Verständliche Materialien zu Ursachen und Symptomen der Makuladegeneration
10	<a href="https://www.gensuisse.ch/de/gentechnik-folienset">https://www.gensuisse.ch/de/gentechnik-folienset</a>	18 farbige und illustrierte Folien vermitteln übersichtlich und fundiert die Grundlagen der Gentechnik und zeigen anschauliche und leicht verständliche Anwendungsbeispiele zu verschiedenen Themen. Zu jeder Folie gibt es einen erklärenden Begleittext mit aktuellen und weiterführenden Informationen. Folien und Begleittexte stehen einzeln oder im Set als praktische PDF-Dateien zum Ausdrucken zur Verfügung.

Letzter Zugriff auf die URL: 17.07.2018



## Unterrichtsvorhaben II

**Thema/Kontext:** Proteinbiosynthese – *Wie steuern Gene die Ausprägung von Merkmalen, welche Konsequenzen haben Veränderungen der genetischen Strukturen für einen Organismus und welche regulatorischen Proteine und Prozesse kontrollieren die Genexpression?*

### Inhaltsfeld 3: Genetik

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Proteinbiosynthese
- Genregulation

#### Zeitbedarf:

ca. 24 Ustd. à 45 Minuten (Grundkurs)

ca. 44 Ustd. à 45 Minuten (Leistungskurs)

#### Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können...

- **E3** mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten,
- **E6** Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen,
- **UF1** biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.
- **UF4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.

<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Empfehlungen</b> <b>Anmerkungen und</b> Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<p><i>Welcher chemische Bestandteil der Chromosomen ist der Träger der Erbinformation?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bakterien und Viren</li> <li>• Aufbau und Struktur der DNA (Wh.)</li> </ul> <p><i>Wie wird die DNA im Labor vervielfältigt?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• semikonservative Replikation (Wh.)</li> <li>• PCR</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca. 8 Ustd. / 12 Ustd.</p>	<p>erläutern molekulargenetische Verfahren (u.a. PCR, Gelelektrophorese) und ihre Einsatzgebiete (E4, E2, UF1)</p>	<p>Historischer Einstieg in das Inhaltsfeld Genetik über GRIFFITH und AVERY sowie HERSHEY und CHASE [1]:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problematisierung: DNA oder Protein als Träger der Erbinformation</li> <li>• Auswertung der Versuche und Wiederholung der molekularen Struktur von DNA und Proteinen</li> </ul> <p>In diesem Kontext kann auch folgende Kompetenz erworben werden: Die SuS begründen die Verwendung bestimmter Modellorganismen (u.a. <i>E.coli</i>) für besondere Fragestellungen genetischer Forschung. (E6, E3)</p> <p>Betrachtung einer bakteriellen Wachstumskurve:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problematisierung durch Wechsel der Systemebenen: Zellverdopplung/DNA-Verdopplung</li> <li>• Wiederholung der semikonservativen Replikation, Vertiefung (Replikationsblase, beteiligte Enzyme)</li> </ul> <p>Einblick in die Forschung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung der PCR als Werkzeug zur Vervielfältigung von DNA-Proben auf Grundlage des Replikationsmechanismus</li> </ul>
<p><i>Wie steuern Gene die Ausprägung von Merkmalen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ein-Gen-ein-Polypeptid-Hypothese</li> </ul> <p>Proteinbiosynthese</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanismus der Transkription</li> </ul>	<p>erläutern wissenschaftliche Experimente zur Aufklärung der Proteinbiosynthese, generieren Hypothesen auf der Grundlage der Versuchspläne und interpretieren die Versuchsergebnisse (E3, E4, E5).</p> <p>benennen Fragestellungen und stellen Hypothesen zur Entschlüsselung des genetischen Codes auf und erläutern klassische Experimente zur Entwicklung der Code-Sonne (E1, E3, E4).</p>	<p>Historischer Zugang über Alkaptonurie (Hypothese von GARROD) und / oder das Experiment von BEADLE und TATUM</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition des Genbegriffs</li> </ul> <p>In diesem Kontext kann auch folgende Kompetenz erworben werden: Die SuS reflektieren und erläutern den Wandel des Genbegriffs (E7).</p>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Empfehlungen</b> <b>Anmerkungen</b> <b>und</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Genetischer Code: <a href="#">Aufklärung</a> Eigenschaften</li> <li>• Mechanismus der Translation</li> <li>• Vergleich der Proteinbiosynthese bei Prokaryonten und Eukaryonten</li> <li>• RNA-Prozessierung</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca. 8Ustd. / <a href="#">10 Ustd.</a></p>	<p>erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Genmutationen / <a href="#">Mutationstypen</a> (UF1, UF2).</p> <p>vergleichen die molekularbiologischen Abläufe in der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten (UF1, UF3).</p>	<p>Verbindliche Absprachen im Fettdruck</p> <p><a href="#">Analyse der Experimentreihe zur Aufklärung der Proteinbiosynthese in vitro (benötigte Komponenten: Ribosomen, mRNA, tRNA, Aminosäuren) [2]</a></p> <p>Modellhafte Erarbeitung der Grundschrte der Proteinbiosynthese (z. B. Einsatz eines dynamischen Funktionsmodells).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachvollzug des Ablaufs der Transkription anhand einer Animation [3]</li> <li>• <a href="#">Erwerb detaillierter Fachkenntnisse zum Ablauf der Transkription (z.B. Funktion der RNA-Polymerase, Start- und Stoppsignal, Erkennen der Transkriptionsrichtung; noch keine umfassende Betrachtung der Transkriptionsfaktoren) mit dem Ziel einer fachsprachlich angemessenen Präsentation des Vorgangs.</a></li> </ul> <p><a href="#">Analyse der Experimente von NIRENBERG zur Entschlüsselung des genetischen Codes nach dem naturwissenschaftlichen Weg der Erkenntnisgewinnung [4]</a></p> <p>Erarbeitung der Eigenschaften des genetischen Codes: Anwendung der Codesonne</p> <p>Erwerb von detaillierten Fachkenntnissen zum Vorgang der Translation</p> <p><a href="#">Mögliche Vertiefung: Inhibitoren der prokaryotischen PBS als Antibiotika</a></p> <p>Tabellarischer Vergleich der Vorgänge bei der Proteinbiosynthese von Prokaryonten und Eukaryonten (Kompartimentierung, Introns/Exons, Prozessierung, Spleißen, Capping, Tailing, Aufbau der Ribosomen. <a href="#">alternatives Spleißen und posttranslationale Modifikationen</a>)</p>
<p><i>Wie wirken sich Veränderungen im genetischen Code aus?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Genmutationen</li> </ul>	<p>erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Genmutationen / <a href="#">Mutationstypen</a> (UF1, UF2).</p>	<p>Rückbezug auf Alkaptonurie o. a. genetisch bedingte Erkrankung, um zu Mutationen überzuleiten.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mutationsanalyse auf Genebene</li> <li>• <a href="#">Sequenzanalyse nach SANGER als Methode zur Ermittlung von</a></li> </ul>

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Empfehlungen Anmerkungen und
<ul style="list-style-type: none"> <li>Genwirkketten</li> </ul> <p>ca. 2 UStd. / 3 UStd.</p>	<p>erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp (u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4).</p>	<p><b>Basenabfolgen</b></p> <p>Klassifizierung der Mutationstypen, hier insbesondere der Genmutationen: Punktmutation (stumm, missense, nonsense), Rasterschubmutation (Deletion, Insertion) z. B. am Beispiel der unterschiedlichen Möglichkeiten einer Mutation, die zur genetisch bedingten Erkrankung „Retinopathia pigmentosa“ führen [5]</p> <p>Erarbeitung der Auswirkungen von Genmutationen auf den Organismus (z .B. bei Retinopathia pigmentosa) und auf Genwirkketten (am Beispiel des Phenylalanin-stoffwechsels)</p>
<p><i>Wodurch entstehen Mutationen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mutagene</li> <li>Protoonkogene und Tumor-Suppressorgene</li> </ul> <p>ca. 3 UStd. / 12 UStd.</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 mit Hilfe von Modellen genregulatorische Vorgänge bei Eukaryoten (E6).</p>	<p>Untersuchung des Einflusses von Mutagenen auf die Entstehung von Mutationen</p> <p><b>Erläuterung des Test-Ansatzes und Diskussion der Ergebnisse eines Ames-Tests sowie der Eignung dieses Verfahrens zur Beurteilung des mutagenen Potentials einer Substanz</b></p> <p>In diesem Kontext kann der GK die gleichlautende Kompetenz erwerben.</p> <p><b>Erarbeitung der Krebsentstehung durch Mutationen in Proto-Onkogenen (z. B. ras-Gene) und Tumor-Suppressorgenen (z. B. p53-Gen)</b> → gestörte Regulation der Transkription z. B. mit Hilfe der Aufgabensequenz „Tumorgene“ [6]</p> <p>Mögliche Abschlussdiagnose: Vertiefung der Fachkenntnisse z. B anhand einer Lernaufgabe zu „Mondscheinkindern“, Schwerpunkte: „Mutagene“, „Analyse der Mutation“ und „Störung von Reparaturmechanismen“</p>
<p><i>Wie wird die Bildung von Proteinen bei Prokaryoten reguliert?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>trp-Operon</li> <li>lac-Operon</li> </ul>	<p>erläutern und entwickeln Modellvorstellungen auf der Grundlage von Experimenten zur Aufklärung der Genregulation bei Prokaryoten (E2, E5, E6)</p>	<p>Erarbeitung der Endprodukthemmung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>AB Bakterienwachstum auf Tryptophan</li> <li>Veranschaulichung anhand eines Funktionsmodells</li> </ul> <p>Erarbeitung der Substratinduktion</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>AB Bakterienwachstum auf Glucose bei späterer Zugabe von</li> </ul>

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Empfehlungen Anmerkungen und
ca. 4 UStd. / 4 UStd.		<p>Lactose</p> <p>Übertragung des Funktionsmodells auf Substratinduktion</p> <p>Kennzeichnung beider Regulationstypen als negative Kontrolle</p> <p>Erarbeitung eines Beispiels für positive Kontrolle</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• AB Bakterienwachstum auf Glucose bei gleichzeitiger Anwesenheit von Lactose [7]</li> </ul>
<p>Wie wird die Bildung von Proteinen bei Eukaryoten reguliert?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transkriptionsebene</li> <li>• DNA-Methylierung</li> <li>• Translationsebene: RNA-Interferenz</li> </ul> <p>ca. 8 UStd.</p>	<p>erläutern die Bedeutung der Transkriptionsfaktoren für die Regulation von Zellstoffwechsel und Entwicklung (UF1, UF4)</p> <p>erklären mit Hilfe von Modellen genregulatorische Vorgänge bei Eukaryoten (E6)</p> <p>erläutern epigenetische Modelle zur Regulation des Zellstoffwechsels und leiten Konsequenzen für den Organismus ab (E6)</p>	<p>Herausstellung des Silencer- und Enhancer-Prinzips bei Transkriptionsfaktoren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Benennung der einzelnen Transkriptionsfaktoren ist nicht erforderlich.</li> <li>• Hier bietet sich eine erneute Thematisierung der Rolle von p53 als Wächter des Genoms an</li> </ul> <p>In diesem Kontext kann der Grundkurs auch folgende Kompetenz erwerben: Die SuS erklären einen epigenetischen Mechanismus als Modell zur Regelung des Zellstoffwechsels (E6).</p> <p>Erarbeitung der Methylierung von DNA als Grundlage für das Verständnis epigenetischer Vorgänge, z. B. mithilfe folgender Materialien:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Video „Epigenetik – Änderungen jenseits des genetischen Codes“ [8]</li> <li>• Artikel in Max-Wissen [9]</li> </ul> <p>Einstieg: Video „Gene zum Schweigen gebracht“ [10]</p> <p>Erarbeitung: Einsatz der RNA-Interferenz in der Gentechnik an einem Beispiel (Amflora oder Anti-Matsch-Tomate)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lernzirkel „Gentechnik bei Pflanzen und Tieren“, Station 4a und 4b [11]</li> <li>• Materialien zur Anti-Matsch-Tomate [12]</li> </ul>

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens

Vorwissens- und Verknüpfungstest

Kriteriengeleitetes **Rollenspiel** zur Überprüfung der Kenntnisse zur Substratinduktion und Endproduktrepression

Leistungsbewertung:

**Ggf. Klausur**

**Ggf. Facharbeit** (siehe: Leitfaden zur Themenvergabe und Bewertungskriterien für Facharbeiten im Fach Biologie).

**Multiple-Choice –Test**

verschiedene **Präsentationsmöglichkeiten** (z. B. Stehgreif-Referat, Kurzvorträge, Powerpoint-Präsentation, Prezi etc.)

**Weiterführende Materialien:**

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt2.html">http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt2.html</a>	Das Unterrichtsmaterial „GENial einfach!“ wurde in Abstimmung mit Wissenschaftlern des Nationalen Genomforschungsnetzes (NGFN) sowie Didaktikern und Lehrkräften erstellt. Zu jedem Modul gibt es Arbeitsblätter mit Abbildungen und Aufgaben. Die Druckvorlagen der Arbeitsblätter sind komplett gestaltet. Jedes Modul schließt mit einer gestalteten Lernkontrolle – ebenfalls als PDF-Datei – ab.
2	<a href="https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/biologie/artikel/eiweissynt_hese">https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/biologie/artikel/eiweissynt_hese</a>	Schematische Abbildung des in vitro-Experiments
3	GIDA Molekulare Genetik - Proteinbiosynthese	Leicht verständliche Animationen und aufbereitetes Arbeitsmaterial. Eingestellt bei <a href="http://www.edmond-nrw.de">www.edmond-nrw.de</a> zum kostenlosen Download.
4	<a href="http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/material/Modul%201/Mod_1_AB_5.pdf">http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/material/Modul%201/Mod_1_AB_5.pdf</a>	vgl. 1
5	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5649">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5649</a>	Lernaufgabe „Genmutationstypen am Beispiel der Krankheit Retinopathia pigmentosa“
6	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5648">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5648</a>	Lernaufgabe „Tumore: Zellen außer Kontrolle – Welchen Einfluss haben Gene auf die Entstehung von Krebs?“
7	<a href="http://molgen.biologie.uni-mainz.de/Downloads/PDFs/Grundpraktikum/transkription2-2017.pdf">http://molgen.biologie.uni-mainz.de/Downloads/PDFs/Grundpraktikum/transkription2-2017.pdf</a>	Sehr umfassender Überblick über sowohl die negative als auch die positive Kontrolle des Lac-Operons mit zahlreichen Animationen, historischen Bezüge und weiterführenden Fragen.
8	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=xshPL5hU0Kg">https://www.youtube.com/watch?v=xshPL5hU0Kg</a>	Das Video zeigt sowohl die DNA-Methylierung als auch die Acetylierung der Histone und definiert, was unter Epigenetik zu verstehen ist.
9	<a href="https://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/5540?print=yes">https://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/5540?print=yes</a>	Der Artikel in Max-Wissen fasst auch für Schülerinnen und Schüler sehr verständ-

		lich DNA-Methylierung und Acetylierung der Histone zusammen.
10	<a href="https://www.spektrum.de/alias/videos-aus-der-wissenschaft/gene-zum-schweigen-gebracht-der-faszinierende-mechanismus-der-rna-interferenz/1155469">https://www.spektrum.de/alias/videos-aus-der-wissenschaft/gene-zum-schweigen-gebracht-der-faszinierende-mechanismus-der-rna-interferenz/1155469</a>	Das Video zeigt, wie die RNA-Interferenz an der Genregulation beteiligt ist und wie die Kenntnisse über den Mechanismus gentechnisch angewendet werden kann.
11	<a href="https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/bio/gym/bp2004/fb4/2_gen/zirkel/09_stat_4b/">https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/bio/gym/bp2004/fb4/2_gen/zirkel/09_stat_4b/</a>	Innerhalb dieses Lernzirkels können unterschiedliche Methoden der Gentechnik (u.a. <i>Agrobacterium tumefaciens</i> , BT-Mais, Knockout-Organismen, gv-Lachs und die angesprochene RNA-Interferenz an Stationen erarbeitet werden.
12	<a href="https://www.uni-muens-ter.de/imperia/md/content/biologie_ibbp/agboehmer/lehre/gentechnik/ss2016/anti-matsch_tomate_2_.pdf">https://www.uni-muens-ter.de/imperia/md/content/biologie_ibbp/agboehmer/lehre/gentechnik/ss2016/anti-matsch_tomate_2_.pdf</a>	Das PDF-Dokument zeigt anschaulich die gentechnische Herstellung der Anti-Matsch-Tomate und kann alternativ zum Lernzirkel (siehe S.11) eingesetzt werden.

Letzter Zugriff auf die URL: 17.07.2018

## Unterrichtsvorhaben III

**Thema/Kontext:** Angewandte Genetik – Welche Chancen und welche Risiken bestehen?

### Inhaltsfeld 3: Genetik

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Gentechnik / [Gentechnologie](#)
- Bioethik

#### Zeitbedarf:

ca. 4 Ustd. à 45 Minuten (Grundkurs)

ca. 12 Ustd. à 45 Minuten ([Leistungskurs](#))

#### Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können...

- **UF1** biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.
  - **E2** [Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern.](#)
  - **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](#)
  - **B1** [fachliche, wirtschaftlich-politische und moralische Kriterien bei Bewertungen von biologischen und biotechnischen Sachverhalten unterscheiden und angeben.](#)
  - **B3** [an Beispielen von Konfliktsituationen mit biologischem Hintergrund kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten.](#)
- B4** begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.



<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<p><i>Wie können genetisch bedingte Krankheiten zuverlässig diagnostiziert werden?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Genanalyse mit Short-Tandem-Repeat-Analyse (STR)</li> </ul> <p>ca. 3 Ustd. / 5 Ustd. + ggf. Labortag</p>	<p>erläutern molekulargenetische Verfahren (u.a. PCR, Gelelektrophorese) und ihre Einsatzgebiete (E4, E2, UF1).</p>	<p>Anwendung dieser Werkzeuge bei der Diagnostik verschiedener genetisch bedingter Krankheiten, z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chorea Huntington (STR-Analyse)</li> <li>• Cystische Fibrose (Sequenzanalyse, z. B. Fluoreszenzmethode)</li> </ul> <p>Ethische Aspekte können auch thematisiert werden. ggf. Exkursion in ein Schülerlabor → molekulargenetisches Praktikum</p> <p>In diesem Kontext können auch folgende Kompetenzen erworben werden:</p> <p>Die SuS geben die Bedeutung von DNA-Chips und Hochdurchsatz-Sequenzierung an und beurteilen / bewerten Chancen und Risiken. (B1, B3).</p> <p>Die SuS 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).</p> <p>ggf. weitere Anwendungsbeispiele für DNA-Analysen (z. B. genetischer Fingerabdruck)</p>
<p><i>Gentechnik: Welche therapeutischen Ansätze ergeben sich für durch Genmutationen bedingte Krankheiten?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gentechnische Grundoperationen</li> <li>• Anwendungsbereiche</li> <li>• Stammzellen</li> <li>• Ethische Bewertung</li> </ul>	<p>beschreiben molekulargenetische Werkzeuge und erläutern deren Bedeutung für gentechnische Grundoperationen (UF1).</p> <p>recherchieren Unterschiede zwischen embryonalen und adulten Stammzellen und präsentieren diese unter Verwendung geeigneter Darstellungsformen (K2, K3).</p> <p>stellen naturwissenschaftlich-gesellschaftliche Positionen zum therapeutischen Einsatz von Stammzellen dar und beurteilen Interessen und</p>	<p>Zunächst Erarbeitung grundlegender gentechnischer Verfahren am Beispiel der Gewinnung des Humaninsulins [7]</p> <p>An dieser Stelle können auch folgende Kompetenzen erworben werden:</p> <p>Die SuS stellen mithilfe geeigneter Medien die Herstellung transgener Lebewesen dar und diskutieren ihre Verwendung (K1, B3).</p> <p>Die SuS beschreiben aktuelle Entwicklungen in der Bio-</p>

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
ca. 3 Ustd./7 Ustd.	Folgen ethisch (B3, B4).	<p>Verbindliche Absprachen im Fettdruck</p> <p>technologie bis hin zum Aufbau von synthetischen Organismen in ihren Konsequenzen für unterschiedliche Einsatzziele und bewerten sie (B3, B4).</p> <p>In diesem Zusammenhang kann der GK die gleichlautenden Kompetenzen erwerben.</p> <p>Materialien [8]</p> <p>Gruppenteilige Erarbeitung verschiedener weiterer therapeutischer Ansätze, z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verhinderung der Herstellung veränderter Proteine durch antisense-mRNA [9]</li> <li>• Einbringen des intakten Gens in die (Stamm-) Zellen des Patienten: somatische Gentherapie</li> <li>• Einbringen des intakten Gens in die Keimzellen: Keimbahntherapie</li> </ul> <p>Materialien u. a. zu den o. g. Aspekten [10]</p> <p>Diskussion ethischer Aspekte</p>

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens  
concept map  
advance organizer  
Pro-/Contra-Diskussion

Leistungsbewertung:

**Ggf. Klausur**

**Ggf. Facharbeit** (siehe: Leitfaden zur Themenvergabe und Bewertungskriterien für Facharbeiten im Fach Biologie).

verschiedene **Präsentationsmöglichkeiten** (z. B. Stehgreif-Referat, Kurzvorträge, Powerpoint-Präsentation, Prezi etc.)

## Grundkurs und Leistungskurs – Q1:

Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)

- **Unterrichtsvorhaben IV:** Autökologische Untersuchungen - *Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf die Standortwahl und Angepasstheiten von Organismen?*
- **Unterrichtsvorhaben V:** *Fotosynthese – Wie wird Lichtenergie in eine für alle Lebewesen nutzbare Energie umgewandelt?*
- **Unterrichtsvorhaben VI:** Trophieebenen – *Was passiert mit der von den Pflanzen umgewandelten Energie?*
- **Unterrichtsvorhaben VII:** Populationsdynamik – *Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?*
- **Unterrichtsvorhaben VIII:** Veränderungen von Ökosystemen – *Welchen Einfluss haben anthropogene Faktoren auf ausgewählte Ökosysteme?*

### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Umweltfaktoren und ökologische Potenz
- Dynamik von Populationen
- Stoffkreislauf und Energiefluss
- **Fotosynthese**
- 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

#### Zeitbedarf:

ca. 33 UStd. à 45 Minuten (Grundkurs)

ca. 66 UStd. à 45 Minuten (Leistungskurs)

## Unterrichtsvorhaben IV

**Thema/Kontext:** Autökologische Untersuchungen – *Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf die Standortwahl und Angepasstheiten von Organismen?*

### Inhaltsfeld 5: Ökologie

#### Inhaltlicher Schwerpunkt:

Umweltfaktoren und ökologische Potenz

#### Zeitbedarf:

ca. 12 UStd. à 45 Minuten (Grundkurs)

ca. 20 UStd. à 45 Minuten (Leistungskurs)

#### Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können...

- **UF3** biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen.
- **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.
- **K4** sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen belegen bzw. widerlegen.

<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Empfehlungen</b> <b>Anmerkungen</b> <b>und</b>
<p><i>Wie können die Lebensprozesse in einem geschlossenen System aufrechterhalten werden?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Zusammenhänge in einem Ökosystem (Wiederholung)               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Biotop und Biozönose</li> <li>○ Kreisläufe und Sukzession</li> </ul> </li> </ul> <p>ca. 2 UStd.</p>		<p>Einführung am Beispiel „Ein Ökosystem im Glas“</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Reaktivierung der Vorkenntnisse anhand eines Modells</b> (z. B. Flaschengarten, Ecosphere, Aquarium, Biosphere II...).</li> <li>• Erarbeitung und Veranschaulichung der ökologischen Grundprinzipien.</li> <li>• Diagnose des Grundverständnisses zum Aufbau und zur Regulation von Ökosystemen. [1]</li> </ul> <p>Vorstellung eines linearen Arbeitsplans (advance organizer): vgl. Reihenfolge der Unterrichtsvorhaben</p>
<p><i>Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf das Vorkommen von Arten?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abiotischer Faktor Temperatur</li> <li>• Klimaregeln</li> <li>• Thermoregulation bei Poikilothermen und Homiothermen</li> <li>• Toleranzbereiche ausgewählter Beispielorganismen (stenöke und euryöke Arten)</li> </ul> <p>ca. 6 UStd. / 10 UStd.</p>	<p>erläutern die Aussagekraft von biologischen Regeln (u.a. tiergeographische Regeln) und grenzen diese von naturwissenschaftlichen Gesetzen ab (E7, K4).</p> <p>entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1, E5)</p> <p>planen ausgehend von Hypothesen Experimente zur Überprüfung der physiologischen Toleranz nach dem Prinzip der Variablenkontrolle, nehmen kriterienorientierte Beobachtungen und Messungen vor und deuten die Ergebnisse (E2, E3, E4, E5, K4)</p>	<p>Vertiefende Betrachtung des Umweltfaktors „Temperatur“ z.B. anhand der Frage: „Warum gibt es Eisbären, aber keine Eismäuse?“</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Modellversuche zur Bergmannschen und Allenschen Regel</b></li> <li>• Gegenüberstellung RGT-Regel und tiergeographische Regel <b>Reflexion der naturwissenschaftlichen Prinzipien</b> (physikalisch und stoffwechselphysiologisch), Berechnung des Oberfläche-Volumen-Verhältnisses</li> <li>• Strategien zur Thermoregulation (Endo- und Ektothermie, Regelkreismodell) [2]</li> <li>• Vernetzung der Erkenntnisse zu den Anpassungen an die Jahreszeiten mit dem Konzept zu tiergeographischen Regeln und Ableitung grundlegender Prinzipien</li> </ul> <p>zunächst Auswertung von Diagrammen zur physiologischen Potenz verschiedener Arten nur im Einfaktoren-Experiment</p> <p>Temperaturorgelexperiment: Untersuchungen der Temperaturpräferenzen von Wirbellosen</p>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Empfehlungen</b> <b>Anmerkungen und</b> Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<p><i>Welchen Einfluss haben mehrere Umweltfaktoren auf die Existenz einer Art in einem Biotop?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physiologische Potenz und Toleranzbereiche</li> <li>• Minimumgesetz</li> <li>• Bioindikatoren</li> <li>• Abiotischer Faktor Licht</li> <li>• Anpassungsmerkmale in der Blattmorphologie</li> <li>• Zeitlich-rhythmische Änderungen – Tagesgang der Transpiration unter verschiedenen Bedingungen</li> </ul> <p>ca. 4 UStd./ 8 UStd.</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>entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1, E5)</p>	<p>Betrachtung multifaktorieller Systeme, <b>Auswertung von Daten</b>, um die Interpretation von Toleranzkurven zu vertiefen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (Temperatur/Licht) z. B. bei Laufkäfern (<i>Nebria brevicollis</i>) oder</li> <li>• (Temperatur/Feuchtigkeit) z. B. bei Kiefernspinnern [3]</li> <li>• Wasseranalysen (Aquarienwasser / Stadtwaldteiche) &amp; Vergleich der Analysen-Werte mit Literaturwerten</li> <li>• Unterrichtsgang Stadtwaldteiche</li> </ul> <p>Einsicht in das komplexe Zusammenwirken mehrerer Umweltfaktoren auf das Vorkommen einer Art</p> <p>Erklärung von Abweichungen in der Standortwahl bei multifaktorieller Betrachtung im Vergleich zur ermittelten physiologischen Potenz bei der Betrachtung nur eines einzigen Faktors</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimumgesetz</li> </ul> <p>Auswirkungen des Umweltfaktors Licht auf die Flora eines Ökosystems:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse der Verbreitung ausgewählter Schattenpflanzen (z. B. Sauerklee <i>Oxalis acetosella</i>).</li> <li>• Definition Bioindikatoren, vergleichende Betrachtung der Zeigerwerte, z. B. von Sauerklee: Tiefschattenpflanze mit Lichtzahl 1 und Halbschattenpflanze Löwenzahn (Blattdimorphismus) mit Lichtzahl 7 [4]</li> <li>• Recherche zu ausgewählten Bioindikatoren für andere abiotische Faktoren (z. B. Flechte, Brennnessel).</li> <li>• Morphologie von Licht- und Schattenblättern, z. B.             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Löwenzahn, Buche (Fertigpräparate/Abbildungen)</li> <li>◦ Efeu (Frischpräparate)</li> </ul> </li> <li>• Angepasstheiten in der Blattmorphologie an Wasser- und Temperaturbedingungen.</li> <li>• Das Blatt im Tagesverlauf: Interpretation der Transpirationsleistung unter unterschiedlichen Bedingungen.</li> </ul> <p>In diesem Kontext kann der Grundkurs auch folgende Kompeten-</p>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Empfehlungen</b> Verbindliche Absprachen im Fettdruck	<b>Anmerkungen und</b>
		zen erwerben:  Die SuS analysieren Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen abiotischen Faktoren (E3).  Die SuS erläutern den Zusammenhang zwischen Fotoreaktion und Synthesereaktion und ordnen die Reaktionen den unterschiedlichen Kompartimenten des Chloroplasten zu (UF1, UF3).	

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- Schaubild zu den Zusammenhängen in einem Modellökosystem
- Protokolle
- Concept Map

Leistungsbewertung:

- ggf. Klausur
- Verschiedene Präsentationsmöglichkeiten

**Weiterführende Materialien:**

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5647">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5647</a>	Verschiedene Diagnose-Werkzeuge im Überblick
2	<a href="https://www3.hhu.de/biodidaktik/Steuerung_Regelung/thermo/therm1.html">https://www3.hhu.de/biodidaktik/Steuerung_Regelung/thermo/therm1.html</a>	Physiologische Grundlagen der Thermoregulation, Regelkreisschema zur Thermoregulation beim Menschen
3	<a href="https://www.zum.de/Faecher/Bio/NW/stunde_multifaktorielle_Systeme/multifak.htm#Einordnung">https://www.zum.de/Faecher/Bio/NW/stunde_multifaktorielle_Systeme/multifak.htm#Einordnung</a>	Ausgearbeitete Unterrichtsstunde zur Analyse der kombinierten Wirkung zweier abiotischer Faktoren (Temperatur und Feuchte) auf Organismen. Arbeitsblätter als Download verfügbar.
4	<a href="http://www.ecology.uni-jena.de/ecologymedia/ag_pflanzenoekologie/VegOeko/Zeigerwerte-p-2094.pdf">http://www.ecology.uni-jena.de/ecologymedia/ag_pflanzenoekologie/VegOeko/Zeigerwerte-p-2094.pdf</a>	Erläuterung und umfassende Auflistung der ökologischen Zeigerwerte heimischer Pflanzen nach Ellenberg

Letzter Zugriff auf die URL: 27.02.2018

## Unterrichtsvorhaben V

**Thema / Kontext:** *Fotosynthese – Wie wird Lichtenergie in eine für alle Lebewesen nutzbare Energie umgewandelt?*

### Inhaltsfeld 5: Ökologie

#### Inhaltlicher Schwerpunkt:

Fotosynthese (LK)

#### Zeitbedarf:

ca. 14 UStd. à 45 Minuten (Leistungskurs)

#### Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können...

- **UF 1** biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.
- **E 1** selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren.
- **E 3** mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten.
- **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren.



<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Empfehlungen</b> <b>Anmerkungen und</b> Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<p><i>Welche Bedingungen sind für eine optimale Fotosyntheserate förderlich?</i></p> <p>Abhängigkeit der Fotosyntheseleistung von</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lichtstärke und –qualität (Absorptionsspektrum)</li> <li>• CO<sub>2</sub>-Konzentration (Minimumgesetz)</li> <li>• Temperatur (RGT-Regel)</li> </ul>	<p>analysieren Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen abiotischen Faktoren (E3).</p> <p>leiten aus Forschungsexperimenten zur Aufklärung der Fotosynthese zu Grunde liegende Fragestellungen und Hypothesen ab (E1, E3, UF2, UF4).</p>	<p>Im Anschluss an die Betrachtung von Licht- und Schattenblättern (UV III) wird über die Fotosyntheseleistung von Licht- und Schattenpflanzen ein Einstieg in die Thematik „Fotosynthese“ geschaffen.</p> <p>„Aufhänger“ z. B.: Warum brauchen wir Gewächshäuser?</p> <p>Vor der Betrachtung des FS-Prozesses werden die ökologischen Bedingungen für die optimale FS-Leistung im Efeu-Experiment untersucht. [1]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Variablen: CO<sub>2</sub>-Gehalt, Lichtstärke, Lichtqualität, Temperatur (enzymatischer Prozess)</li> <li>• Anfertigung von Versuchsprotokollen, Präsentation der Ergebnisse</li> <li>• ENGELMANNSCHEM Bakterienversuch und EMERSON-Effekt</li> </ul>
<p><i>Wie wird Lichtenergie in eine für alle Lebewesen nutzbare Form der Energie umgewandelt?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompartimentierung</li> <li>• Fotoreaktion (Energieumwandlung)</li> <li>• Protonengradient</li> <li>• Synthesereaktion (wesentliche Schritte des Calvin-Zyklus)</li> <li>• Assimilation</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca. 14 UStd.</p>	<p>erläutern den Zusammenhang zwischen Fotoreaktion und Synthesereaktion und ordnen die Reaktionen den unterschiedlichen Kompartimenten des Chloroplasten zu (UF1, UF3).</p> <p>erläutern mithilfe einfacher Schemata das Grundprinzip der Energieumwandlung in den Fotosystemen und den Mechanismus der ATP-Synthese (K3, UF1).</p>	<p>Fokussierung auf den molekularen Mechanismus: Erarbeitung der Grundlagen von Fotoreaktion und Synthesereaktion [2]</p> <p>Fotoreaktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundprinzip der Energieumwandlung in den Fotosystemen,</li> <li>• Fotolyse des Wassers, HILL-Reaktion zur Aufklärung der Fotosynthese Gleichung,</li> <li>• Protonengradient und die Bedeutung der Kompartimentierung, Erzeugung von ATP (JAGENDORF: Chemiosmose) und NADPH+H<sup>+</sup> (<b>Parallelen zur Atmungskette ziehen</b>)</li> </ul> <p>Synthesereaktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tracerexperimente zur Aufklärung des Calvin-Zyklus</li> <li>• Calvinzyklus als Dreiphasenschema (Carboxylierung, Reduktion, Regeneration).</li> <li>• formales Endprodukt Glucose als Edukt für Energiegewinnung und Anabolismus (vernetzendes Lernen).</li> <li>• <b>CAM und/oder C4- Pflanzen:</b> Alternative Fotosynthesestrategien als Angepasstheit an Standortbedingungen (Recherche, Präsentation)</li> </ul>

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens

Leistungsbewertung:

ggf. Klausur

**Weiterführende Materialien:**

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.bio-logisch-nrw.de/aufgabenarchiv">https://www.bio-logisch-nrw.de/aufgabenarchiv</a>	Aufgabe 5 aus dem Jahr 2015 („Alles im grünen Bereich“) beschreibt das einfache und aussagekräftige experimentelle Design mit Efeuplättchen.
2	GIDA Fotosynthese II – Assimilation organischer Nährstoffe <a href="http://www.gida.de/downloads/begleithefte/biologie/GIDA_Begleitheft_BIO-DVD004.pdf">http://www.gida.de/downloads/begleithefte/biologie/GIDA_Begleitheft_BIO-DVD004.pdf</a>	Veranschaulichung der Grundprinzipien der Fotosynthese in Kurzfilmen, Filme und Arbeitsmaterial unter Edmond zum Download verfügbar

Letzter Zugriff auf die URL: 17.07.2018

## Unterrichtsvorhaben VI

**Thema / Kontext:** Trophieebenen – *Was passiert mit der von den Pflanzen umgewandelten Energie?*

### Inhaltsfeld 5: Ökologie

#### Inhaltlicher Schwerpunkt:

Stoffkreislauf und Energiefluss

#### Zeitbedarf:

ca. 4 UStd. à 45 Minuten (Grundkurs)

ca. 6 UStd. à 45 Minuten (Leistungskurs)

#### Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können...

- **K1** bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden.
- **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren.

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Empfehlungen Anmerkungen und
<p><i>Was passiert mit der von den Pflanzen umgewandelten Energie?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nahrungskette, Nahrungsnetz</li> <li>Trophieebenen</li> <li>Kohlenstoffkreislauf</li> </ul> <p><i>Wer reguliert wen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bottom up/Top down-Regulation</li> </ul> <p>ca. 4 UStd. / 6 UStd</p>	<p>stellen energetische und stoffliche Beziehungen verschiedener Organismen unter den Aspekten von Nahrungskette, Nahrungsnetz und Trophieebene formal, sprachlich und fachlich korrekt dar (K1, K3).</p>	<p>Verbindliche Absprachen im Fettdruck</p> <p>Bewusstmachung: Bedeutung der Fotosynthese für das Leben auf der Erde</p> <p>Schematische Darstellung einer Nahrungskette und eines komplexen Nahrungsnetzes</p> <p>Analyse von Schemata (Zahlen-, Biomasse-, Energiepyramiden), Einbahnstraße Energiefluss</p> <p>SuS differenzieren zwischen Kurz- und Langzeitkreislauf des Kohlenstoffs.</p> <p><a href="#">AB Dreitank-Modell oder Originalpaper [1]</a> mögliche Beispiele: Seesterne und Otter, Tanne, Wolf und Elch</p>

#### Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="http://www.journaloftheoretics.com/links/Papers/TDBU.pdf">http://www.journaloftheoretics.com/links/Papers/TDBU.pdf</a>	Wissenschaftlicher Artikel (englischsprachig), darin enthalten: Abbildung zur hydraulischen Modellvorstellung zur Bottom up- und top Down-Regulation

Letzter Zugriff auf die URL: 17.07.2018

## Unterrichtsvorhaben VII

**Thema / Kontext:** Populationsdynamik – *Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?*

### Inhaltsfeld 5: Ökologie

#### Inhaltlicher Schwerpunkt:

Dynamik von Populationen

#### Zeitbedarf:

ca. 10 UStd. à 45 Minuten (Grundkurs)

ca. 12 UStd. à 45 Minuten (Leistungskurs)

#### Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können...

- **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.
- **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 voraussagen.
- **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

<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Empfehlungen</b> <b>Anmerkungen und</b> Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<p><i>Welche Bedingungen beeinflussen die unterschiedlichen Wachstumsraten von Populationen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• dichteabhängige/dichteunabhängige Faktoren</li> <li>• Populationsdichte</li> <li>• Lebenszyklusstrategie (K- und r-Strategie)</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca.4 UStd.</p>	<p>beschreiben die Dynamik von Populationen in Abhängigkeit von dichteabhängigen und dichteunabhängigen Faktoren (UF1)</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-Lebensstrategien ab (E5, UF1, UF2, UF3, UF4)</p>	<p>Analyse des Wachstums von z.B. Rentierpopulationen SuS benennen dichteunabhängige Faktoren (=abiotische Faktoren aus Unterrichtsvorhaben III) sowie dichteabhängige Faktoren anhand des Beispiels</p> <p><b>Modellrechnungen</b> zum Wachstum von z. B. Kaninchenpopulationen und menschlicher Population SuS erklären den Unterschied zwischen exponentiellem und logistischem Populationswachstum.</p> <p><b>Vergleichende Tabelle</b> zu K- und r-Strategien (Mensch/Fuchs/Kaninchen) unter Berücksichtigung verschiedener Kriterien wie Lebensdauer, Populationsgröße, Nähe zur Kapazitätsgrenze, Brutpflege, Fortpflanzungshäufigkeit, Anzahl der Nachkommen, Größe der Nachkommenschaft</p>
<p><i>Welchen Einfluss haben andere Arten auf die Entwicklung einer Population?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konkurrenz, Konkurrenzausschlussprinzip, Konkurrenzvermeidung</li> <li>• Koexistenz durch Einnischung</li> <li>• Räuber-Beute-Beziehungen</li> <li>• Parasitismus und Symbiose</li> </ul>	<p>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).</p> <p>erklären mit Hilfe des Modells der ökologischen Nische die Koexistenz von Arten (E6, UF1, UF2, K4).</p> <p>untersuchen die Veränderungen von Populationen mit Hilfe von Simulationen auf der Grundlage des Lotka-Volterra-Modells (E6).</p> <p>erläutern die Aussagekraft von biologischen Regeln (u.a. tiergeographische Regeln) und grenzen diese von naturwissenschaftlichen m Gesetzen ab (E7, K4)</p>	<p>Auswertung von Daten zur Populationsentwicklung z. B. von <i>Paramecium</i> im Laborversuch von GAUSE [1], alternativ: Kieselalgenversuch von TILMAN [2]</p> <p>a) bei Einzelkultur b) in gemeinsamer Kultur Die SuS leiten daraus selbständig eine Definition zur Konkurrenzvermeidung und zum Konkurrenzausschlussprinzip ab.</p> <p>Begriffsklärung ökologische Nische, ökologische und physiologische Potenz am Beispiel von Mischkulturen im Freiland (z. B. Versuche von BAZZAZ, AUSTIN mit verschiedenen Grasarten [3] bzw. Hohenheimer Grundwasserversuch von ELLERSBERGER [4])</p> <p><b>Analyse von Daten zur Populationsentwicklung</b> z.B. von Schneeschuhhase/Kanadaluchs und räuberische Milben /Pflanzenmilbe, 1. und 2. Lotka-Volterra Regel</p>

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Empfehlungen	Anmerkungen und
ca.6 UStd./ 8 UStd.	<p>vergleichen das Lotka-Volterra-Modell mit veröffentlichten Daten aus Freilandmessungen und diskutieren die Grenzen des Modells (E6)</p> <p>leiten aus Untersuchungsdaten zu intra- und interspezifischen Beziehungen (Parasitismus, Symbiose, Konkurrenz) mögliche Folgen für die jeweiligen Arten ab und präsentieren diese unter Verwendung angemessener Medien (E5, K3, UF1).</p>	<p>Verbindliche Absprachen im Fettdruck</p> <p>Analyse von Daten zu Freilandexperimenten, z.B. Fütterungsversuche von Schneeschuhhase mit und ohne Entfernung des Luchses</p> <p>Verwendung des Applets „Wa-Tor“ als Computersimulation und Modellkritik</p> <p>Partnerarbeit: Analyse von Untersuchungsdaten zur Unterscheidung von Parasitismus und Symbiose an je einem Beispiel [5]</p> <p>Differenzierte Betrachtung und Vertiefung anhand von weiteren Beispielen, z. B. als Gruppenpuzzle mit Internetrecherche</p>	

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- Begriffliche Netzwerke
- Auswertung von Diagrammen
- **Präsentationen** nach vorgegebenen Kriterien

Leistungsbewertung:

- ggf. Klausur
- Bewertung von Schülervorträgen und Präsentationen nach vorgegebenen Kriterien mögliche Checkliste zur Beurteilung:  
<http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialeintrag.php?matId=5003&marker=Referate>

**Weiterführende Materialien:**

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="http://www.science-live-lemgo.de/paramecium.pdf">http://www.science-live-lemgo.de/paramecium.pdf</a>	Arbeitsblatt mit Arbeitsaufträgen, die Homepage selbst bietet zahlreiche weitere Materialien zu verschiedenen Themen, u.a. Gruppenpuzzle und Mystery-Rätsel
2	<a href="http://www.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.4319/lo.1981.26.6.1020/pdf">http://www.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.4319/lo.1981.26.6.1020/pdf</a>	Im Originalpaper finden sich auf S. 1025 links sowie auf S. 1027 oben die entsprechenden Wachstumskurven der Kieselalgen.
3	<a href="http://www.u-helmich.de/bio/oek/oek03/punkt01/konkurrenz.html">http://www.u-helmich.de/bio/oek/oek03/punkt01/konkurrenz.html</a>	Enthält die Experimente von GAUSE und BAZZAZ.
4	<a href="http://www.mallig.eduvinet.de/bio/oekologi/ufaktor1.htm">http://www.mallig.eduvinet.de/bio/oekologi/ufaktor1.htm</a>	Selbstlernprogramm zur Ökologie, enthält den Hohenheimer Versuch
5	<a href="http://mathematika.de/populationssimulation-wator">http://mathematika.de/populationssimulation-wator</a>	Computersimulation zur Populationsentwicklung und Erarbeitung der Lotka-

		Volterra-Regeln
6	Zentralabituraufgaben 2008 Bio-LK HT 3 und Bio-LK HAT 3 2013 NRW	Dort finden sich Untersuchungsdaten zu Symbiose und Parasitismus.

Letzter Zugriff auf die URL: 17.07.2018



## Unterrichtsvorhaben VIII

**Thema / Kontext:** Veränderungen von Ökosystemen – *Welchen Einfluss haben anthropogene Faktoren auf ausgewählte Ökosysteme?*

### Inhaltsfeld 5: Ökologie

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Mensch und Ökosysteme
- Stoffkreislauf und Energiefluss

#### Zeitbedarf:

ca. 7 UStd. à 45 Minuten (Grundkurs)

ca. 14 UStd. à 45 Minuten (Leistungskurs + Exkursion)

#### 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.
- **B1** fachliche, wirtschaftlich-politische und moralische Kriterien bei Bewertungen von biologischen und biotechnischen Sachverhalten unterscheiden und angeben
- **B2** Auseinandersetzungen und Kontroversen zu biologischen und biotechnischen Problemen und Entwicklungen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Entscheidungen auf der Basis von Sachargumenten vertreten.
- **B4** begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.
- **E4** Experimente und Untersuchungen zielgerichtet nach dem Prinzip der Variablenkontrolle unter Beachtung der Sicherheitsvorschriften planen und durchführen und dabei mögliche Fehlerquellen reflektieren.

<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Empfehlungen</b> <b>Anmerkungen und</b>
<p><i>Wie verändert das absichtliche oder unbeabsichtigte Einbringen von Neobiota ein bestehendes Ökosystem?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neobiota</li> <li>• Schädlingsbekämpfung</li> </ul> <p>ca. 4 UStd. / 6 UStd. + ggf. Exkursionstag</p>	<p>recherchieren Beispiele für die biologische Invasion von Arten und leiten Folgen für das Ökosystem ab (K2, K4)</p> <p>untersuchen das Vorkommen, die Abundanz und die Dispersion von Lebewesen eines Ökosystems im Freiland (E1, E2, E4).</p> <p>untersuchen die Veränderungen von Populationen mit Hilfe von Simulationen auf der Grundlage des Lotka-Volterra-Modells (E6).</p>	<p>Verbindliche Absprachen im Fettdruck</p> <p>Recherche und Präsentationen zu ausgewählten Neobiota und ihrem Einfluss auf die Entwicklung von Ökosystemen, z. B.: Aga-Kröte im Victoria River, Forelle in Neuseeland, Zebrauscheln im Hudson River, Mungo auf Jamaika, Grauhörnchen in England / Italien, Buchsbaumzünsler, Riesenbärenklau, Goldrute</p> <p>Hier lässt sich die für den LK verpflichtende Freilandexkursion anbinden, mit Schwerpunkt auf Betrachtung eines Neobionten [1]</p> <p>Bewertung der Vor- und Nachteile verschiedener Schädlingsbekämpfungsmethoden, mögliche Beispiele: Aga-Kröte im Victoria River, Mungo auf Jamaika</p> <p>evtl. Diskussion über den Einsatz von Glyphosat</p> <p>im Zusammenhang mit chemischer Schädlingsbekämpfung: Lotka-Volterra-Regel 3</p> <p>Bei Schädlingsbekämpfungsmethoden: mögliche Vertiefung oder Wiederholung aus der Genetik zu transgenen Pflanzen</p>
<p><i>Wie lassen sich wirtschaftliche Interessen und Naturschutz in Einklang bringen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aspekte der Nutzung von Waldflächen</li> <li>• Holz als Rohstoff und Energiequelle</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>Problemaufriss: Daten zum Anstieg der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre in den letzten 100 Jahren [2] → Grund: u. a. Nutzung von Holz und fossilen Brennstoffen als Energiequelle, CO<sub>2</sub>-Emissionen [3]</p> <p>In diesem Kontext können auch folgende Kompetenzen erworben werden:</p> <p>GK: Die SuS präsentieren und erklären auf der Grundlage von Untersuchungsdaten die Wirkung von anthropogenen Faktoren auf einen globalen Stoffkreislauf (K1, K3, UF1).</p> <p>Die SuS diskutieren Konflikte zwischen der Nutzung natürlicher Ressourcen und dem Naturschutz (B2, B3)</p> <p>Die SuS entwickeln Handlungsoptionen für das eigene Konsum-</p>

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Empfehlungen Anmerkungen und
ca. 4 UStd.		Verbindliche Absprachen im Fettdruck verhalten und schätzen diese unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit ein (B2, B3) Erläuterung und Bewertung menschlicher Eingriffe in den natürlichen Kohlenstoffkreislauf und deren Folgen, z. B. Abholzung von Regenwäldern, Versauerung der Meere, Treibhauseffekt, Klimawandel Reflexion des Konsumverhaltens (z. B. Fleischkonsum, Energieverbrauch) bezüglich seiner globalen Auswirkungen Kriteriengeleitete Bewertung von Handlungsoptionen (persönlich und politisch) im Sinne der Nachhaltigkeit [4-7]
<i>Welche Auswirkungen haben Eingriffe des Menschen in Ökosysteme auf deren natürliche Sukzession?</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sukzessionsstadien</li> <li>• Pioniergesellschaft</li> <li>• Folgegesellschaften</li> <li>• Klimaxgesellschaft</li> </ul> ca. 3 UStd./4 UStd.	entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1, E5). 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-Lebensstrategien ab (E5, UF1, UF2, UF3, UF4).	Sukzessionsstadien eines ausgewählten Ökosystems, z. B. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Folgen von (natürlicher oder menschlich bedingter) Entwaldung: Sukzessionsstadien eines mitteleuropäischen Waldes/Mosaikzyklen Hier evtl. Nutzung historischer Karten zur Besprechung der Entwicklung des Waldes in Mitteleuropa</li> <li>• Folgen der Rodung des Regenwaldes für die Palmölgewinnung [8, 9]</li> <li>• Folgen von menschlich bedingten Umweltkatastrophen, z. B. der Sandoz-Katastrophe 1986 [10]</li> </ul> Evtl. Rückbezug auf den Flaschengarten, der als Einstieg in die Ökologie genutzt wurde.

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- Pro-/Contra-Diskussion
- selbst erstelltes Schaubild zum Kohlenstoffkreislauf und menschlicher Beeinflussung

Leistungsbewertung:

- ggf. Klausur

**Weiterführende Materialien:**

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="http://li.hamburg.de/contentblob/8718964/e99c3924c7aca7074a05aaf67c94c8e1/da/ta/download-pdf-neophyten-infos-und-materialien.pdf">http://li.hamburg.de/contentblob/8718964/e99c3924c7aca7074a05aaf67c94c8e1/da/ta/download-pdf-neophyten-infos-und-materialien.pdf</a>	Informationen und Materialien rund um das Thema Neophyten
2	<a href="http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Kohlendioxid-Konzentration">http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Kohlendioxid-Konzentration</a>	Die Website gibt Informationen zur aktuellen Entwicklung des Kohlendioxid-Gehalts der Atmosphäre sowie zum Kohlendioxidgehalt in der frühen Atmosphäre. Sie enthält einige Grafiken zur Veranschaulichung, u.a. Daten der Messstation Mauna Loa, Hawaii, seit 1959.
3	<a href="https://germanwatch.org/de/download/11947.pdf">https://germanwatch.org/de/download/11947.pdf</a>	Arbeitsblätter zum globalen Klimawandel am Beispiel der Partnerstädte Bonn (Deutschland) und Chengdu (China), daraus M6: Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Emissionen der vier globalen Hauptemittenten (1990–2013)
4	<a href="http://www.globales-lernen-schule-nrw.de/fileadmin/user_upload/klp/Gesamtliste/Gesamtliste-Unterrichtsmodule-2017.pdf">http://www.globales-lernen-schule-nrw.de/fileadmin/user_upload/klp/Gesamtliste/Gesamtliste-Unterrichtsmodule-2017.pdf</a>	Gesamtliste von Unterrichtsmaterialien für verschiedene Schulformen und Jahrgangsstufen, die sich mit dem Themengebiet „Nachhaltigkeit und Gerechtigkeit in einer globalen Welt“ auseinandersetzen. Hier findet man für das aktuelle Unterrichtsvorhaben u.a. Materialien zur Welternährung.
5	<a href="http://li.hamburg.de/publikationen/2817780/globales-lernen-hunger/">http://li.hamburg.de/publikationen/2817780/globales-lernen-hunger/</a>	Das 52-seitige Heft aus der Reihe „Globales Lernen - Hamburger Unterrichtsmodelle zum KMK-Orientierungsrahmen Globale Entwicklung" beschäftigt sich mit den Folgen von Biosprit, Fleischkonsum und Klimawandel für die Welternährung. Es bietet neben Hintergrundinformationen viele praktische Arbeitshilfen: u.a. Lehrerbegleitmaterial, Planungsskizzen, Bewertungsbögen (auch zur Selbsteinschätzung) und Arbeitsblätter. Ergänzt wird das Heft durch eine DVD mit Materialien und Filmen. Bestellung oder kostenloser Download sind möglich.
6	<a href="https://www.fussabdruck.de/">https://www.fussabdruck.de/</a>	Internetseite zur Berechnung des eigenen ökologischen Fußabdrucks mit individuellen Tipps zu nachhaltigerem Konsumverhalten
7	<a href="http://www.planet-schule.de/sf/multimedia-simulationen-detail.php?projekt=klima">http://www.planet-schule.de/sf/multimedia-simulationen-detail.php?projekt=klima</a>	Klimasimulation anhand von drei verschiedenen Gewichtungen von fossiler und erneuerbarer Energie beim zukünftigen Gesamtenergieverbrauch. Es lassen sich verschiedene Zeiträume von 1900 bis 2200 einstellen. Die Ergebnisse der Simulation werden anhand von drei Skalen visualisiert: Kohlendioxid-Konzentration, durchschnittliche Jahrestemperatur und Anstieg des Meeresspiegels. Die Ergebnisse lassen sich als Liniendiagramme aufrufen und ausdrucken.
8	<a href="https://utopia.de/ratgeber/bio-palmoel/">https://utopia.de/ratgeber/bio-palmoel/</a>	Diskussion: Bio-Palmöl als zertifizierte Zerstörung des Regenwaldes oder als echte Alternative? Informationen zu der Vielfalt an Produkten, die Palmöl enthalten
9	<a href="http://www.faz.net/aktuell/wissen/palmoel-der-regenwald-aufs-brot-geschmiert-13825085.html?printPagedArticle=true#pageIndex_0">http://www.faz.net/aktuell/wissen/palmoel-der-regenwald-aufs-brot-geschmiert-13825085.html?printPagedArticle=true#pageIndex_0</a>	Problematik der Zertifizierung vermeintlich nachhaltigen Anbaus von Palmöl, Problematik von nachhaltigen Alternativen
10	<a href="http://flussgebiete.hessen.de/fileadmin/dokumente/4_oeffentlichkeitsbeteiligung/111123reinhard.pdf">http://flussgebiete.hessen.de/fileadmin/dokumente/4_oeffentlichkeitsbeteiligung/111123reinhard.pdf</a>	Präsentation über Ablauf und Folgen der Sandoz-Katastrophe 1986, mit Bildern (z. B. Unterwasseraufnahmen des Rheins vor und nach der Katastrophe), Gewässerschutzmaßnahmen als Konsequenz aus der Katastrophe

## Qualifikationsphase (Q2) – GRUND- & LEISTUNGSKURS

### Unterrichtsvorhaben I:

**Thema/Kontext:** Evolution: *Von der Idee zur biologischen Hochleistungsdisziplin*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:**

- UF1 Wiedergabe
- UF3 Systematisierung
- K4 Argumentation
- E2 Wahrnehmung und Messung
- E3 Hypothesen
- E7 Arbeits- und Denkweisen

**Inhaltsfeld:** IF 6 (Evolution)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- ♦ Grundlagen evolutiver Veränderung ♦ Art und Artbildung ♦ [Entwicklung der Evolutionstheorien](#) ♦ Stammbäume (Teil 1)

**Zeitbedarf:** ca. 26 / 34 Std. à 45 Minuten

### Unterrichtsvorhaben II:

**Thema/Kontext:** Evolution von Sozialstrukturen – *Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:**

- UF2 Auswahl
- [K4 Argumentation](#)
- [E7 Arbeits- und Denkweisen](#)

**Inhaltsfeld:** IF 6 (Evolution)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- ♦ Evolution und Verhalten

**Zeitbedarf:** ca. 4 / 8 Std. à 45 Minuten

### Unterrichtsvorhaben III:

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

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:**

- UF3 Systematisierung
- E5 Auswertung
- K4 Argumentation

**Inhaltsfeld:** IF 4 (Neurobiologie)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- ♦ Stammbäume (Teil 2) ♦ Evolution des Menschen

**Zeitbedarf:** ca. 6 / 10 Std. à 45 Minuten

### Unterrichtsvorhaben IV:

**Thema/Kontext:** Molekulare und zellbiologische Grundlagen der neuronalen Informationsverarbeitung – *Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie ist organisiert?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:**

- UF1 Wiedergabe
- UF2 Auswahl
- UF3 Systematisierung
- [E2 Wahrnehmung und Messung](#)
- [E5 Auswertung](#)
- [E6 Modelle](#)
- K3 Präsentation

**Inhaltsfeld:** IF 4 (Neurobiologie)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- ♦ Aufbau und Funktion von Neuronen ♦ Neuronale Informationsverarbeitung ♦ Grundlagen der Wahrnehmung ([Teil 1](#)) ♦ [Methoden der Neurobiologie \(Teil 1\)](#)

**Zeitbedarf:** ca. 20 / 24 Std. à 45 Minuten

Unterrichtsvorhaben V:

**Thema/Kontext:** Fototransduktion – *Wie entsteht aus der Erregung einfallender Lichtreize ein Sinneseindruck im Gehirn?*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:**

- E1 Probleme und Fragestellung
- E6 Modelle
- K3

**Inhaltsfeld:** IF 4 (Neurobiologie)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

♦ Leistung der Netzhaut ♦ Neuronale Informationsverarbeitung ♦ Grundlagen der Wahrnehmung (Teil 2)

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

Unterrichtsvorhaben VI:

**Thema/Kontext:** Das Gehirn – *Ort des Lernens und Behaltens*

**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:**

- UF4 Vernetzung
- K1 Dokumentation
- K2 Recherche
- K3 Präsentation
- B4 Möglichkeiten und Grenzen

**Inhaltsfeld:** IF 4 (Neurobiologie)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

♦ Plastizität und Lernen ♦ Methoden der Neurobiologie (Teil 2)

**Zeitbedarf:** ca. 6 / 12 Std. à 45 Minuten

**Summe Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS: 60 Stunden / LEISTUNGSKURS: 98 Stunden**

Grundkurs und [Leistungskurs](#) – Q2:

**Inhaltsfeld:** IF 6 (Evolution)

- **Unterrichtsvorhaben I:** Evolution: Von der Idee zur biologischen Hochleistungsdisziplin
- **Unterrichtsvorhaben II:** Evolution von Sozialstrukturen – Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?
- **Unterrichtsvorhaben III:** 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

**Zeitbedarf:**

ca. 36 Ustd. à 45 Minuten (Grundkurs)

ca. [52 Ustd. à 45 Minuten \(Leistungskurs\)](#)

## Unterrichtsvorhaben I

**Thema/Kontext:** Evolution: Von der Idee zur biologischen Hochleistungsdisziplin

### Inhaltsfeld 6: Evolution

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Grundlagen evolutiver Veränderungen
- Art und Artbildung
- Stammbäume (Teil 1)
- [Entwicklung der Evolutionstheorie](#)

#### Zeitbedarf:

ca. 26 Ustd. à 45 Minuten (Grundkurs)

ca. 34 Ustd. à 45 Minuten (Leistungskurs)

#### Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

- Die Schülerinnen und Schüler können ...
- **UF1** biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern
- **UF3** biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen.
- **K4** sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.
- **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.
- **E7** [naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.](#)



<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<p><i>Wie entwickelte sich die synthetische Evolutionstheorie?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• von den Kreationisten bis zu Darwin</li> <li>• Synthetische Evolutionstheorie</li> </ul>	<p>stellen Erklärungsmodelle für die Evolution in ihrer historischen Entwicklung und die damit verbundenen Veränderungen des Weltbildes dar (E7).</p> <p>stellen die synthetische Evolutionstheorie zusammenfassend dar (UF2, UF4).</p> <p>grenzen die Synthetische Theorie der Evolution gegenüber nicht naturwissenschaftlichen Positionen zur Entstehung von Artenvielfalt ab und nehmen zu diesen begründet Stellung (B2, K4).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Arbeitsblätter</b></li> <li>• Kreationistenbibel</li> <li>• <b>Informationstexte</b></li> </ul> <p>Die Positionen der verschiedenen Evolutionstheorien können in einem Rollenspiel vertieft werden.</p>
<p><i>Evolution, wie geht das? Wie entstehen Veränderungen?</i></p> <p>Evolutionsfaktoren (Mutation, Rekombination, Selektion, Isolation, Gendrift)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Coevolution und Anpasstheit</li> </ul>	<p>erläutern den Einfluss der Evolutionsfaktoren (Mutation, Rekombination, Selektion, Gendrift) auf den Genpool einer Population (UF4, UF1).</p> <p>wählen angemessene Medien zur Darstellung von Beispielen zur Koevolution aus Zoologie und Botanik aus und präsentieren die Beispiele (K3, UF2).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Materialien</b> zur genetischen Variabilität und ihren Ursachen. Beispiel: Hainschnirkelschnecke (concept map)</li> <li>• Lerntempoduett zu abiotischen und biotischen Selektionsfaktoren (Beispiel: Birkenspanner, Kerquelen-Fliege)</li> <li>• <b>Mediengestützte Präsentation</b> mittels Kriterienkataloges</li> <li>• <b>Texte und Schemata zur Kosten-Nutzen-Analyse</b></li> <li>• Beispiele zum Schutz vor Beutegreifern (Mimikry, Mimese, etc.) unter dem Aspekt des evolutionären Wandels von Organismen</li> </ul> <p>In diesem Kontext kann im Grundkurs auch folgende Kompetenz erworben werden: Die SUS belegen an Beispielen den aktuellen evolutionären Wandel von Organismen (u. a. mit Hilfe von Gendatenbanken) (E2, E5).</p>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<p><i>Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition der Begriffe Art und Population</li> <li>• Isolationsmechanismen</li> <li>• Sympatrische und allopatrische Artbildung</li> <li>• Adaptive Radiation</li> <li>• <b>Populationsgenetik</b></li> </ul>	<p>erklären Modellvorstellungen zu Artbildungsprozessen (u.a. allopatrische und sympatrische Artbildung) an Beispielen (E6, UF1).</p> <p>stellen den Vorgang der adaptiven Radiation unter dem Aspekt der Anpasstheit dar (UF2, UF4).</p> <p>bestimmen und modellieren mithilfe des Hardy-Weinberg-Gesetzes die Allelfrequenzen in Populationen und geben Bedingungen für die Gültigkeit des Gesetzes an (E6).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurze <b>Informationstexte</b> zu Isolationsmechanismen (je ein zoologisches und ein botanisches Beispiel pro Isolationsmechanismus)</li> <li>• <b>Modellentwicklung</b> allopatrische/sympatrische Artbildung (nur LK)</li> <li>• <b>Bilder</b> und <b>Texte</b> zum Thema „Adaptive Radiation der Darwinfinken“</li> </ul> <p><b>Hier soll an verschiedenen Beispielen die sachlogische und fachsprachlich richtige Darstellung von Artbildungsprozessen geübt werden.</b></p>
<p><i>Geschieht heute noch Evolution und kann man sie bemerken?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wandel von Grippeviren oder anderen Krankheitserregern</li> <li>• Auswirkungen des Klimawandels</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca. 3 UStd.</p>	<p>belegen an Beispielen den aktuellen evolutionären Wandel von Organismen (u.a. mithilfe von Auszügen aus Gendatenbanken) (E2, E5).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeitsblätter</li> <li>• Datenbanken</li> <li>• Mystery</li> </ul> <p>Aktuelle Grippedaten können mit z. B. der spanischen Grippe aus den 20er Jahren verglichen werden und ein Stammbaum der Grippeviren erstellt werden.</p> <p>In diesem Kontext kann im LK auch folgende Kompetenz erworben werden: Die SuS beschreiben Biodiversität auf verschiedenen Systemebenen (genetische Variabilität, Artenvielfalt, Vielfalt der Ökosysteme) (UF4, UF1, UF2, UF3).</p>

<b>Sequenzierung:</b> <b>Fragestellungen</b> <b>inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<p><i>Hat Evolution wirklich stattgefunden?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Divergente und konvergente Entwicklungen</li> <li>• Homologiekriterien</li> <li>• Stellenäquivalenz</li> <li>• Atavismen, Organrudimente</li> <li>• Paläontologie</li> <li>• Embryologie: Biogenetische Grundregel (Haeckel)</li> <li>• Serum-Präzipitintest</li> <li>• DNA-Hybridisierung</li> <li>• Genetik, Epigenetik</li> </ul>	<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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Arbeitsblätter und Informationstexte</b></li> <li>• <b>Abbildungen</b> von Beispielen divergenter/konvergenter Entwicklung und Homologien analysiert (z.B. Strauß/Nandu, Stachelschwein/Greifstachel, südamerikanischer /amerikanischer Lungenfisch)</li> <li>• Filme</li> <li>• Modellreihen</li> </ul> <p>Verschiedene Beispiele zur Homologie können in Gruppenarbeit erarbeitet und als Gruppenpuzzle präsentiert werden.</p>
<p><i>Sind wir alle verwandt? – Der Stammbaum der Wirbeltiere</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prinzipien der Stammbaumkonstruktion</li> <li>• Binäre Nomenklatur</li> <li>• Synapomorphien, Sympleiomorphien</li> <li>• Parsimonie</li> <li>• Proteinsequenzanalyse (Cytochrom C)</li> <li>• DNA-Sequenzanalyse</li> <li>• Datierungsmethoden</li> <li>• Entwicklungstendenzen in der Evolution der Wirbeltiere</li> <li>• Vom Wasser zum Landleben</li> <li>• Erdgeschichtliche Einordnung der Wirbeltierevolution</li> <li>• Brückentiere</li> <li>• lebende Fossilien</li> </ul>	<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>beschreiben und erläutern molekulare Verfahren zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen (UF1, UF2).</p> <p>stellen Belege für die Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie (u.a. Molekularbiologie) adressatengerecht dar (K1, K3).</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>erstellen und analysieren Stammbäume anhand von Daten zur Ermittlung von Verwandtschaftsbeziehungen von Arten (E3, E5).</p> <p>beschreiben die Einordnung von Lebewesen mithilfe der Systematik und der binären Nomenklatur (UF1, UF4).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Steckbriefe der Wirbeltierklassen</li> <li>• <b>Arbeitsblätter</b></li> <li>• Filme (z. B. Entdeckung des Quastenflossers)</li> <li>• ggf. Datenbankrecherche</li> <li>• ggf. Exkursion zum ZOOM Gelsenkirchen</li> </ul> <p>In diesem Kontext kann im LK auch folgende Kompetenz erworben werden:          Die SuS erklären mithilfe molekulargenetischer Modellvorstellungen zur Evolution der Genome die genetische Vielfalt der Lebewesen (K4, E6).</p> <p>Hier soll ausgehend von anatomisch/morphologischen Daten zu den Wirbeltierklassen (Hier bietet sich eine Reaktivierung von SI-Wissen zu den Steckbriefen der Wirbeltiere an) von den SuS ein vorläufiger Wirbeltierstammbaum erstellt werden, der dann durch molekulare (DNA-Vergleiche, Cytochrom C) und fossile Datensätze überprüft und angepasst wird.</p>

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens

KLP-Überprüfungsform: „Darstellungsaufgabe“ (advance organizer concept map)

Leistungsbewertung:

ggf. Klausur

ggf. Vortrag

KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“

## Unterrichtsvorhaben II

**Thema/Kontext:** Evolution von Sozialstrukturen – Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?

### Inhaltsfeld 6: Evolution, IF 3: Genetik

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Evolution und Verhalten

#### Zeitbedarf:

ca. 4 Ustd. à 45 Minuten (Grundkurs)

ca. 8 Ustd. à 45 Minuten (Leistungskurs)

#### Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- **UF2** zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden.
- **K4** sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.
- **E7** naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Wie konnten sich Sexualdimorphismen im Verlauf der Evolution etablieren, obwohl sie auf die natürliche Selektion bezogen eher Handicaps bzw. einen Nachteil darstellen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evolution der Sexualität</li> <li>• Sexuelle Selektion <ul style="list-style-type: none"> <li>- inter- und intrasexuelle Selektion</li> <li>- reproduktive Fitness</li> </ul> </li> </ul> <p><i>Wieso gibt es unterschiedliche Sozial- und Paarsysteme?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Paarungssysteme</li> <li>• Habitatwahl</li> </ul> <p><i>Warum setzte sich das Leben in Gruppen trotz intraspezifischer Konkurrenz bei manchen Arten durch und welche Vorteile haben kooperative Sozialstrukturen für den Einzelnen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leben in Gruppen</li> <li>• Kooperation</li> </ul>	<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>analysieren anhand von Daten die evolutionäre Entwicklung von Sozialstrukturen (Paarungssysteme, Habitatwahl) unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (E5, UF2, UF4, K4).</p>	<p>Verbindliche Absprachen im Fettdruck</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Bilder</b> von Tieren mit deutlichen Sexuadimorphismen</li> <li>• <b>Informationstexte</b> (von der Lehrkraft ausgewählt)</li> <li>• ggf. Powerpoint-Präsentationen</li> <li>• Beobachtungsbogen</li> </ul> <p>Präsentationen werden inhalts- und darstellungsbezogen evaluiert.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Daten aus der Literatur</b> zum Gruppenverhalten und Sozialstrukturen von Schimpansen, Gorillas und Orang-Utans</li> <li>• <b>Graphiken / Soziogramme</b></li> <li>• gestufte <b>Hilfen</b> zur Erschließung von Graphiken / Soziogrammen</li> <li>• <b>Präsentationen</b></li> </ul> <p>In diesem Kontext kann der Grundkurs die gleichlautende Kompetenz erwerben.</p> <p><b>Lebensgemeinschaften werden anhand von wissenschaftlichen Untersuchungsergebnissen und grundlegenden Theorien analysiert. Erklärungshypothesen werden veranschaulichend dargestellt. Ergebnisse werden vorgestellt und seitens der SuS inhalts- und darstellungsbezogen beurteilt.</b></p>

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens

Evaluationsbogen, Erstellen eines Fragenkatalogs zur Fremd- und Selbstkontrolle, Ampelfrage

Leistungsbewertung:

**KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“ / „Präsentationsaufgabe“**, schriftliche Überprüfung durch Mitschülerinnen und Mitschüler  
ggf. Klausur

## Unterrichtsvorhaben III

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

### Inhaltsfeld 6: Evolution

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Evolution des Menschen
- Stammbäume (Teil 2)

#### Zeitbedarf:

ca. 6 Ustd. à 45 Minuten (Grundkurs)

ca. 10 Ustd. à 45 Minuten (Leistungskurs)

#### Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- **UF3** biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen.
- **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.
- **K4** sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.

Sequenzierung: <b>Fragestellungen</b> inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<p><i>Vorn Lucy und dem Neandertaler in uns</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klimawandel als Ausgangspunkt der Entwicklung</li> <li>• Der aufrechte Gang</li> <li>• Kulturelle Evolution</li> <li>• Evolution der Australopithecinen (A- und P-Typ)</li> <li>• Evolution der Art des <i>Homo sapiens</i> / <i>Homo neanderthalensis</i></li> <li>• Menschliche Rassen – gestern und heute</li> </ul> <p>ca. 6 UStd. / <b>10 UStd.</b></p>	<p>ordnen den modernen Menschen kriteriengeleitet den Primaten zu (UF3).</p> <p>diskutieren wissenschaftliche Befunde (u.a. Schlüsselmerkmale) und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch-konstruktiv (K4, E7).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Arbeit mit dem Lehrbuch oder Informationstexten zu den Themen <i>Der Mensch im System der Organismen, Unterschiede zwischen Menschenaffen und Mensch und Stammesgeschichte des Menschen</i></b></li> <li>• <b>Modelle der Hominidenschädel (Vergleich)</b></li> <li>• <b>Modell Skelett des Menschen</b></li> <li>• <b>Texte</b> über historischen und gesellschaftlichen Missbrauch des Rasse-Begriffs (zu B1, B3, K4)</li> <li>• <b>ggf. Internetrecherche</b></li> <li>• <b>ggf. Vorträge</b></li> <li>• <b>ggf. Exkursion zum Neanderthal-Museum</b></li> </ul> <p><b>Der Schwerpunkt liegt hier auf der selbstständigen Erarbeitung der Fakten zur Humanevolution und deren kritisch-konstruktive Einordnung in einen evolutionsbiologischen Gesamtzusammenhang.</b></p> <p>Hier können auch aktuellere Daten zu <i>Ardipithecus ramidus</i>, <i>Homo naledi</i> und <i>Homo sapiens denisova</i> in die Überlegungen einbezogen werden.</p> <p>In diesem Kontext kann auch anhand einer Podiumsdiskussion folgenden Kompetenz erworben werden: Die SuS bewerten die Problematik des Rasse-Begriffs beim Menschen aus historischer und gesellschaftlicher Sicht und nehmen zum Missbrauch dieses Begriffs aus fachlicher Perspektiv Stellung (B1, B3, K4).</p>

<p><u>Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Selbstevaluation mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe</li> <li>- Quiz zur Selbstkontrolle</li> <li>- <b>KLP-Überprüfungsform: „Beobachtungsaufgabe“ / „Präsentationsaufgabe“</b></li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <p><b>KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“ / „Präsentationsaufgabe“</b></p>
---



## Grundkurs und **Leistungskurs** – Q2:

### Inhaltsfeld: IF 4 (Neurobiologie)

- **Unterrichtsvorhaben IV:** Molekulare und zellbiologische Grundlagen der neuronalen Informationsverarbeitung – Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie ist organisiert?
- **Unterrichtsvorhaben V:** Fototransduktion – Wie entsteht aus der Erregung einfallender Lichtreize ein Sinneseindruck im Gehirn?
- **Unterrichtsvorhaben VI:** Das Gehirn – Ort des Lernens und Behaltens

### 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, Rezeptor (GK), **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:

ca. 24 Ustd. à 45 Minuten (Grundkurs)

ca. 46 Ustd. à 45 Minuten (**Leistungskurs**)

## Unterrichtsvorhaben IV

**Thema/Kontext:** Molekulare und zellbiologische Grundlagen der neuronalen Informationsverarbeitung – Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie ist organisiert?

### Inhaltsfeld 4: Neurobiologie

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Aufbau und Funktion von Neuronen
- Neuronale Informationsverarbeitung
- Grundlagen der Wahrnehmung (Teil 1)
- Methoden der Neurobiologie (Teil 1)

#### Zeitbedarf:

ca. 20 Ustd. à 45 Minuten (Grundkurs)  
ca. 24 Ustd. à 45 Minuten (Leistungskurs)

#### 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.
- **E2** Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern.
- **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, mathematische Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen.
- **E6** Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematische Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen.
- **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren.

<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<p><i>Wie reagiert der Körper auf verschiedene Reize?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ZNS mit Gehirn und Rückenmark</li> <li>• PNS mit somatischem und vegetativem Nervensystem</li> <li>• Reiz-Reaktionsschema</li> </ul>	<p>stellen den Weg der Erregungsweiterleitung von der Reizaufnahme bis zur Reaktion dar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sketch von Otto Waalkes – „In der Kneipe“ auf YouTube</li> <li>• <b>Legekarten</b> zur Erstellung eines Reiz-Reaktions-Schemas: <a href="http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialeintrag.php?matId=5365&amp;marker=Reiz">http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialeintrag.php?matId=5365&amp;marker=Reiz</a></li> </ul>
<p><i>Das Neuron - Wie wird ein Reiz im Neuron verarbeitet?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktion eines Neurons</li> <li>• Bioelektrizität</li> <li>• Ruhepotential</li> <li>• Aktionspotential</li> <li>• <a href="#">Strömchentheorie</a></li> <li>• <a href="#">Endplattenpotenzial</a></li> <li>• <a href="#">intrazelluläre Ableitung</a></li> <li>• <a href="#">extrazelluläre Ableitung</a></li> <li>• <a href="#">Patch-Clamp-Technik</a></li> <li>• Saltatorische und <a href="#">nicht saltatorische</a> Erregungsleitung</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, E2, UF1, UF2).</p> <p>erklären die Weiterleitung des Aktionspotentials an myelinisierten Axonen (UF1) (GK).</p> <p><a href="#">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).</a></p> <p><a href="#">leiten aus Messdaten der Patch-Clamp-Technik Veränderungen von Ionenströmen durch Ionenkanäle ab und entwickeln dazu Modellvorstellungen (E5, E6, K4).</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Arbeitsmaterial zum Bau eines Wirbeltierneurons, z.B. Abbildungen im Lehrbuch oder</b> <a href="http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialeintrag.php?matId=5371&amp;marker=neuron">http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialeintrag.php?matId=5371&amp;marker=neuron</a></li> <li>• Text: Die Abenteuer des Kations Jonny (Neurobiologie, Schroedel)</li> <li>• <a href="#">Fertigpräparate des Motoneurons mikroskopieren</a> Zur Vorbereitung bietet sich die Wiederholung des Membranaufbaus und Membrantransports an.</li> <li>• Modelldarstellung zur Simulation des elektrischen und chemischen Potentials zur Einführung des Ruhepotentials</li> <li>• <b>Arbeitsblatt</b> zu den Vorgängen am Axon während eines Aktionspotentials, z.B. zu den Untersuchungen von HODGKIN und HUXLEY an Riesenaxonen des Loligo</li> <li>• <b>Abbildungen</b> zur Veranschaulichung des Aktionspotentials, Schema zur Darstellung der intrazellulären Messung von Membranpotenzialen, Schema zur Funktion der Kalium-Natriumionen-Pumpe</li> <li>• <b>Modelldarstellung</b> zur saltatorischen Erregungsleitung nach Prof. Frings: <a href="http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/list.php?suche=bioelektrizit%E4t">http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/list.php?suche=bioelektrizit%E4t</a></li> <li>• <b>oder modellhafte Darstellung</b> der Erregungsweiterleitung mit Hilfe von Dominosteinen</li> <li>• Selbstlernplattform von Mallig <a href="http://www.mallig.eduvinet.de/bio/neuron/neuro10.htm">http://www.mallig.eduvinet.de/bio/neuron/neuro10.htm</a></li> </ul>

<b>Sequenzierung:</b> <b>Fragestellungen</b> <b>inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<p><i>Die Synapse – Wie wird das Signal von Neuron zu Neuron und vom Neuron zum Muskel übertragen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktion einer chemischen Synapse</li> <li>• Verschaltung von Neuronen</li> <li>• Erregende und hemmende Synapse</li> <li>• Frequenz- und Amplitudenmodulation</li> <li>• <a href="#">Motorische Endplatte</a></li> <li>• <a href="#">Erregungsübertragung durch Transmitter</a></li> <li>• <a href="#">Endplattenpotenzial als Amplitudenpotenzial</a></li> <li>• <a href="#">Synaptische Integration (räumliche und zeitliche Summation, prä- und postsynaptische Hemmung)</a></li> </ul>	<p>erläutern die Verschaltung von Neuronen bei der Erregungsweiterleitung und der Verrechnung von Potentialen mit der Funktion der Synapsen auf molekularer Ebene (UF1, UF3).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Arbeitsblatt</b> zum Aufbau des Wirbeltierneurons und der Synapse</li> <li>• <b>Arbeitsblatt</b> zu den verschiedenen Potentialarten: <a href="http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialeintrag.php?matId=5372&amp;marker=Potentialarten">http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialeintrag.php?matId=5372&amp;marker=Potentialarten</a></li> <li>• <b>Informationstexte, Messdaten, Partnerpuzzle, Übungsaufgaben</b> zur synaptischen Integration und prä- und postsynaptischen Hemmung</li> </ul> <p>Abschließende Zuordnung unterschiedlicher Potenziale zu den Orten, an denen sie gemessen wurden sowie Differenzierung zwischen Amplituden- und Frequenzcode.</p>

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<p><i>Wie wirken Nervengifte?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Synapsengift</li> <li>• Neuronale Gifte</li> <li>• Drogen</li> <li>• Neuroenhancer (SSRI-Antidepressiva)</li> <li>• Endorphine, Enkephaline</li> </ul>	<p>erklären Wirkungen / leiten Wirkungen von endo- und exogenen Substanzen (u. a. von Neuroenhancern) auf den Körper / die Gesundheit ab und bewerten mögliche Folgen für Individuum und Gesellschaft (B3, B4, B2, UF2, UF4).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Gruppenpuzzle</b> (arbeitsteilige Gruppenarbeit / Expertenrunde) zu den Angriffspunkten verschiedener Drogen und Gifte</li> </ul> <p>Im Wesentlichen muss deutlich werden, dass Gifte je nach Wirkmechanismus entweder zu einer Lähmung oder zum Dauerkampf führen (integrierte Festigung des Schlüssel-Schloss-Prinzips und der kompetitiven Hemmung)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Stationenlernen oder Gruppenpuzzle zur Wirkung unterschiedlicher exogener Stoffe (Gifte), die an Axon und motorischer Endplatte wirken. Experten präsentieren jeweils die Erklärung für einen Wirkungsmechanismus und dessen Folgen für den Organismus</b></li> </ul> <p>Hier können auch Referate zu den einzelnen Substanzen vergeben werden.</p>
<p><i>Auf welche Weise interagieren Nerven- und Hormonsystem?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sympathicus</li> <li>• Parasympathicus</li> </ul>	<p>Erklären die Rolle von Sympathicus und Parasympathicus bei der neuronalen und hormonellen Regelung von physiologischen Funktionen an Beispielen (UF1, UF2, UF4, E6).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Das „Zweizügelprinzip“ der Regelung physiologischer Funktionen kann am Beispiel der Wirkung von Noradrenalin/Adrenalin und Acetylcholin auf die Herzfrequenz abgeleitet werden.</li> <li>• Film: „Nervenzelle und Nervensystem II“ (Filmbildstelle: 4661178)</li> </ul> <p>Kurze Verdeutlichung der Zusammenarbeit von Nerven- und Hormonsystem im GK.</p> <p>Im LK kann dieser inhaltliche Aspekt im UV VI (Lernen und Stress) behandelt bzw. vertieft werden.</p>
<p><i>Wie werden Reize in elektrische Potentiale übersetzt?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Primäre und sekundäre Sinneszellen</li> <li>• Mechanorezeptor (Druck, Zug) Chemozeptor (Riechen, Schmecken)</li> <li>• Second messenger</li> </ul>	<p>stellen den Vorgang von der durch einen Reiz ausgelösten Erregung von Sinneszellen bis zur Konstruktion des Sinneseindrucks bzw. der Wahrnehmung im Gehirn unter Verwendung fachspezifischer Darstellungsformen in Grundzügen dar (K1, K3).</p> <p>stellen das Prinzip der Signaltransduktion an einem Rezeptor anhand von Modellen dar (E6, UF1, UF2, UF4) (GK).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Informationstext/-material</b> zum Aufbau eines Sinnesorgans und zur Funktion der Bestandteile sowie verschiedene Rezeptortypen</li> </ul>

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens
- Umgang mit Modellen
- Wiederholung und Übung mit Hilfe von Abituraufgaben

Leistungsbewertung:

ggf. Klausur

**KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“**

## Unterrichtsvorhaben V

**Thema/Kontext:** Fototransduktion – *Wie entsteht aus der Erregung einfallender Lichtreize ein Sinneseindruck im Gehirn?*

### Inhaltsfeld 4: Neurobiologie

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Leistungen der Netzhaut
- Neuronale Informationsverarbeitung
- Grundlagen der Wahrnehmung (Teil 2)

#### Zeitbedarf:

ca. 10 UStd. à 45 min. (Leistungskurs)

#### Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- **E1** selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren.
- **E6** Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematische Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen.
- **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren.

<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<p><i>Wie wird ein Sinneseindruck zu einer Wahrnehmung? Wie sehen wir?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau des Auges</li> <li>• Bau der Netzhaut</li> <li>• Bau der Sehsinneszellen</li> <li>• Erregung der Sinneszelle</li> <li>• Informationsverarbeitung in der Netzhaut</li> <li>• Kontrastwahrnehmung (Laterale Inhibition)</li> <li>• Farbwahrnehmung (Absorptionsspektren der Sehpigmente der drei Zapfentypen)</li> <li>• Reizleitung, Sehnerv, Sehnervkreuzung (überschneidendes Gesichtsfeld)</li> <li>• Sinnestäuschungen</li> </ul>	<p>erläutern den Aufbau und die Funktion der Netzhaut unter den Aspekten der Färb- und Kontrastwahrnehmung (UF3, UF4).</p> <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 (E6, E1).</p> <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 fachspezifischer Darstellungsformen in Grundzügen dar (K1, K3).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Arbeitsblätter</b></li> <li>• <b>GIDA-Filme</b></li> <li>• ggf. Sektion von Schweineaugen</li> <li>• Modell /Schema von Auge und Netzhaut</li> <li>• Schema zum Rhodopsin-Zyklus und zur Reaktionskaskade, z.B. Markl 2010, S.408, Campbell Biologie gymnasiale Oberstufe 2014, S.643, Klett Natura S.266)</li> </ul> <p>Es können mit frei gewählten Materialien Modelle zur Sinneszellenreizung erstellt werden.</p> <p>Zur Sektion von Schweineaugen kann auch alternativ mit Augenmodellen gearbeitet werden.</p> <p>Es bietet sich an, dass die SuS ein Schema in einen Text umformen oder umgekehrt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellung im Modell aus vorgegebenen Puzzleteilen (<a href="http://www.chemgapedia.de/vsengine/tra/vsc/de/ch/8/bc/tra/vitamin_a.tra/Vlu/vsc/de/ch/8/bc/vitamin_a/vlu/funktion.vlu/Page/vsc/de/ch/8/bc/vitamin_a/funktion/animation.vscml.html">http://www.chemgapedia.de/vsengine/tra/vsc/de/ch/8/bc/tra/vitamin_a.tra/Vlu/vsc/de/ch/8/bc/vitamin_a/vlu/funktion.vlu/Page/vsc/de/ch/8/bc/vitamin_a/funktion/animation.vscml.html</a>)</li> <li>• <b>Darstellung</b> im vereinfachten Schema (Campbell 2014, S.645)</li> <li>• <b>Betrachtung</b> des Hermannschen Gitters</li> <li>• Modell zur lateralen Inhibition (Berechnung)</li> </ul> <p>Film: Auge und optischer Sinn II (Filmbildstelle 4661156), Klett Natura S. 268, S. 270f. (Additives und subtraktives Farbsehen, Farbige Nachbilder)</p>

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:  
Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens  
Leistungsbewertung:  
ggf. Klausur  
**KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“**



## Unterrichtsvorhaben VI

**Thema/Kontext:** Das Gehirn – Ort des Lernens und Behaltens

### Inhaltsfeld 4: Neurobiologie

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Plastizität und Lernen
- [Methoden der Neurobiologie \(Teil 2\)](#)

#### Zeitbedarf:

ca. 6 Ustd. à 45 Minuten (Grundkurs)  
ca. 12 Ustd. à 45 Minuten (Leistungskurs)

#### 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.
- **K1** bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden (**GK**).
- **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.

<b>Sequenzierung:</b> <b>Fragestellungen</b> <b>inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<p><i>Das Gehirn – Wie erfolgt die Informationsverarbeitung und -speicherung?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau des Gehirns (Hirnteile)</li> <li>• Hirnfunktionen</li> <li>• Methoden der Neurobiologie (PET, MRT, fMRT)</li> </ul> <p><i>Wie funktioniert unser Gedächtnis? Welche Faktoren beeinflussen das Lernen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lernen und Gedächtnis</li> <li>• Neuronale Plastizität</li> <li>• Langzeitpotenzierung</li> </ul>	<p>beschreiben den Aufbau des Gehirns und die Funktion der einzelnen Teile (UF1)</p> <p>ermitteln mithilfe von Aufnahmen eines bildgebenden Verfahrens Aktivitäten verschiedener Gehirnareale (E5, 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>stellen aktuelle Modellvorstellungen zum Gedächtnis auf anatomisch-physiologischer Ebene dar (K3, B1).</p> <p>erklären die Bedeutung der Plastizität des Gehirns für ein lebenslanges Lernen (UF4). <b>(GK)</b></p> <p>erklären den Begriff der Plastizität anhand geeigneter Modelle und leiten die Bedeutung für ein lebenslanges Lernen ab (E6, UF4).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Modell</b> des Gehirns</li> <li>• <b>Informationsmaterial</b> zur funktionellen Hirnanatomie</li> <li>• <b>Partnerpuzzle</b> zu verschiedenen Neuroimaging Methoden, u. a. PET und fMRT</li> <li>• <b>Informationsmaterialien und Leitfragen zum Vergleich</b> Mehrspeichermodell des Gedächtnisses:           <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Atkinson &amp; Shiffrin (1971)</li> <li>b) Brandt (1997)</li> <li>c) H.J. Markowitsch z.B. auf der Grundlage von Filmen (ca. 15 min)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dein Gehirn – Lerne (<a href="http://www.planet-schule.de/sf/php/02_sen01.php?sendung=8634">http://www.planet-schule.de/sf/php/02_sen01.php?sendung=8634</a>)</li> <li>- Dein Gehirn – Erinnere Dich (<a href="http://www.planet-schule.de/sf/php/02_sen01.php?sendung=8635">http://www.planet-schule.de/sf/php/02_sen01.php?sendung=8635</a>)</li> </ul> </li> </ol> </li> <li>• <b>Informationsmaterialien</b> zu Langzeitpotenzierung und neuronaler Plastizität</li> <li>• <b>Film:</b> Synaptische Plastizität – wie das Gehirn lernt, MaxPlanckCinema, Wissenschaft im Film – Vol.1 (ca. 4 min.)</li> </ul>
<p><i>Stressreaktion – Auf welche Weise interagieren Nerven- und Hormonsystem?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfluss von Stress</li> <li>• Cortisol Stoffwechsel</li> </ul>	<p>erklären die Rolle von Sympathikus und Parasympathikus bei der neuronalen und hormonellen Regelung von physiologischen Funktionen an Beispielen (UF4, E6, UF2, UF1).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Arbeitsmaterial</b> zum Cortisol-Stoffwechsel (CRH, ACTH, Cortisol) zur Veränderung des Lernens und der Plastizität durch Stress (z. B. Spektrum der Wissenschaft-Gehirn &amp; Geist Dossier, 01/ 2016)</li> <li>• Ggf. Exkursion an eine Universität (Neurobiologische Abteilung) oder entsprechendes Datenmaterial</li> </ul>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b> Verbindliche Absprachen im Fettdruck
Neurodegenerative Erkrankungen – <i>Welche Ursachen hat der fortschreitende Gedächtnisverlust bei der Alzheimer Demenz? (je nach Vorgaben)</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\beta</math>-Amyloid-Aggregate und Plaques</li> <li>• Tau-Aggregate</li> </ul>	recherchieren und präsentieren aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu einer degenerativen Erkrankung (K2, K3).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Internetrecherche</b> nach vorgegebenen Kriterien zum Thema „degenerative Erkrankungen“, z. B. Morbus Alzheimer, Morbus Parkinson, Creutzfeld-Jakob-Krankheit je nach Abiturvorgaben</li> <li>• <b>Informationsmaterial</b> zu neurodegenerativen Erkrankungen, z.B. Neurodegenerative Erkrankungen, Unterricht Biologie, Heft 393</li> <li>• Animationsfilme:</li> <li>• Alzheimer-eine dreidimensionale Entdeckungsreise“ (ca. 10 min) -&gt; <a href="https://youtu.be/paquj8hSdpc">https://youtu.be/paquj8hSdpc</a></li> <li>• Alzheimer-Hauptursache für Demenz (The Simple Biology) -&gt; <a href="https://youtu.be/ggFo2EYgtlo">https://youtu.be/ggFo2EYgtlo</a></li> </ul>
Teufelswerk oder Heilmittel? <i>Welche Chancen und Risiken birgt der Einsatz von Neuroenhancern?</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neuroenhancer</li> <li>• Koffein als alltäglicher Wachmacher</li> <li>• Methylphenidat (Ritalin® bei ADHS)</li> <li>• Modafinil (z.B. Vigil®)</li> </ul>	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).  erklären Wirkungen / leiten Wirkungen von endo- und exogenen Substanzen (u. a. von Neuroenhancern) auf den Körper / die Gesundheit ab und bewerten mögliche Folgen für Individuum und Gesellschaft (B3, B4, B2, UF2, UF4).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Arbeitsblätter</b> zur Wirkungsweise von verschiedenen Neuroenhancern in arbeitsteiliger Partnerarbeit und anschließender Präsentation der Wirkungsweise anhand schematischer Darstellungen (Vorgänge an den Synapsen) z.B. Lernen und Gedächtnis, Unterricht Biologie, Heft 392</li> <li>• <b>Film:</b> <a href="http://www1.wdr.de/mediathek/video/sendungen/quarks-und-co/video-quarks-und-co---unser-taegliches-doping-100.html">http://www1.wdr.de/mediathek/video/sendungen/quarks-und-co/video-quarks-und-co---unser-taegliches-doping-100.html</a></li> <li>• <b>Podiumsdiskussion</b> zum Thema: Sollen Neuroenhancer allen frei zugänglich gemacht werden?</li> <li>• <b>Kurzvorträge mithilfe von Abbildungen (u. a. zum synaptischen Spalt)</b></li> <li>• <b>Zeitungsartikel</b>, z. B. Gehirndoping - Stoff für's Gehirn (FAZ 2008)</li> <li>• Gehirndoping wird auch in Deutschland immer beliebter (Ärztezeitung 2009) (letzter Zugriff: 19.05.2016)</li> </ul>
Vorschlag: Herausgearbeitet werden soll der Einfluss von: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stress</li> <li>• Schlaf bzw. Ruhephasen</li> <li>• Versprachlichung</li> <li>• Wiederholung von Inhalten</li> </ul>		

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<p>Gemeinsamkeiten der Modelle (z.B. Grundprinzip: Enkodierung – Speicherung – Abruf) und Unterschiede (Rolle und Speicherung im Kurz- und Langzeitgedächtnis) werden herausgestellt. Möglichkeiten und Grenzen der Modelle werden herausgearbeitet.</p> <p>Die Messungen von Augenbewegungen und Gedächtnisleistungen in Ruhe und bei Störungen können ausgewertet werden. (Idealerweise authentische Messungen bei einzelnen SuS) Konsequenzen für die Gestaltung einer geeigneten Lernumgebung werden auf Basis der Datenlage abgeleitet. Sie könnten z.B. in Form eines Merkblatts zusammengestellt werden.</p> <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>Möglichkeiten und Grenzen der Modelle werde einander gegenübergestellt. Die Wirkweise von Neuroenhancern (auf Modellebene!) wird erarbeitet. Im Unterricht werden Gemeinsamkeiten und Unterschiede der verschiedenen Neuro-Enhancer gemeinsam erarbeitet und systematisiert. An dieser Stelle bietet sich eine Podiumsdiskussion an.</p>		

<p><u>Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Vorwissens- und Verknüpfungstests</b> – neuronale Netzwerkerstellung und moderierte Netzwerke</li> <li>- <b>Selbstevaluationsbogen</b> mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- angekündigte Kurztests</li> <li>- Transferaufgabe zu Synapsenvorgängen (z. B. Endorphine und Sport)</li> <li>- ggf. <b>schriftliche Übungen</b></li> <li>- <b>Referate</b>, mögliche Checkliste zur Beurteilung: <a href="http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialeintrag.php?matId=5003&amp;marker=Referate">http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialeintrag.php?matId=5003&amp;marker=Referate</a></li> <li>- <b>Präsentationen</b></li> <li>- ggf. <b>Klausur</b></li> <li>- ggf. <b>Facharbeit</b></li> </ul>
--

**Weiterführende Materialien:**

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="http://paedpsych.jk.uni-linz.ac.at/internet/arbeitsblaetterord/LERNTECHNIKORD/Gedaechtnis.html">http://paedpsych.jk.uni-linz.ac.at/internet/arbeitsblaetterord/LERNTECHNIKORD/Gedaechtnis.html</a>	Internetquelle zur weiterführenden Recherche für SuS zum Thema Lernen und <b>Gedächtnis</b>

