



## **Schulinterner Lehrplan**

### **Sekundarstufe II**

### **Qualifikationsphase**

### **Biologie**

(Fassung vom 30.09.2020)

## Grundkurs und Leistungskurs – Q 1:

### Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)

- **Unterrichtsvorhaben I:** 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 II:** Humangenetische Beratung – *Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf?*

### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Meiose und Rekombination
- Analyse von Familienstammbäumen
- Proteinbiosynthese
- Genregulation
- Gentechnik / **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. 75 Ustd. à 45 Minuten (Leistungskurs)

## Unterrichtsvorhaben I

**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. 25 Ustd. à 45 Minuten (Grundkurs)

ca. 49 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 Anmerkungen und Empfehlungen</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>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:</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
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proteinbiosynthese</li> <li>• Mechanismus der Transkription</li>            <li>• Genetischer Code               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aufklärung</li> <li>○ Eigenschaften</li> </ul> </li>            <li>• Mechanismus der Translation</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>erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Genmutationen / Mutationstypen (UF1, UF2).</p>	<p><b>Die SuS reflektieren und erläutern den Wandel des Genbegriffs (E7).</b></p> <p>Analyse der Experimentalreihe zur Aufklärung der Proteinbiosynthese in vitro (benötigte Komponenten: Ribosomen, mRNA, tRNA, Aminosäuren) [2]</p> <p>Modellhafte Erarbeitung der Grundschrkte 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>• 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.</li> </ul> <p>Analyse der Experimente von NIRENBERG zur Entschlüsselung des genetischen Codes nach dem naturwissenschaftlichen Weg der Erkenntnisgewinnung [4]</p> <p>Erarbeitung der Eigenschaften des genetischen Codes → Anwendung der Codesonne</p> <p>Erwerb von <b>detaillierten</b> Fachkenntnissen zum Vorgang der Translation</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
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergleich der Proteinbiosynthese bei Prokaryonten und Eukaryonten</li> <li>• RNA-Prozessierung</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca. 8Ustd. / 10 Ustd.</p>	<p>vergleichen die molekularbiologischen Abläufe in der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten (UF1, UF3).</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> <li>• Genwirkketten</li> </ul> <p><i>Wodurch entstehen Mutationen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mutagene</li> </ul>	<p>erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Genmutationen / <a href="#">Mutationstypen</a> (UF1, UF2).</p> <p>erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp (u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4)</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 Basenabfolgen</a></li> </ul> <p>Klassifizierung der Mutationstypen, hier insbesondere der Genmutationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Punktmutation (stumm, missense, nonsense),</li> <li>• Rasterschubmutation (Deletion, Insertion)</li> </ul> <p>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 Phenylalaninstoffwechsels)</p> <p>Untersuchung des Einflusses von Mutagenen auf die Entstehung von Mutationen</p> <p><a href="#">Erläuterung des Test-Ansatzes und Diskussion der Ergebnisse eines AMES-Tests sowie der Eignung dieses Verfahrens zur Beurteilung des mutagenen Potentials</a></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
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protoonkogene und Tumor-Suppressorgene</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca. 5 Ust. / 15 Ust.</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>einer Substanz</p> <p>In diesem Kontext kann der GK die gleichlautende Kompetenz erwerben.</p> <p>Erarbeitung der Krebsentstehung durch Mutationen in Proto-Onkogenen (z. B. ras-Gene) und Tumor-Suppressorgenen (z. B. p53-Gen) → 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>Wie wird die Bildung von Proteinen bei Prokaryoten reguliert?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tryp-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 Lactose</li> </ul> <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>

<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 die Bildung von Proteinen bei Eukaryoten reguliert?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transkriptionsebene</li>   <li>• DNA-Methylierung</li>   <li>• Translationsebene RNA-Interferenz</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca. 4 Ustd. / 12 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:

Leistungsbewertung:  
ggf. Klausur

### 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/eiweissynthese">https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/biologie/artikel/eiweissynthese</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/vi/ew/5649">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/vi/ew/5649</a>	Lernaufgabe „Genmutationstypen am Beispiel der Krankheit Retinopathia pigmentosa“
6	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/vi/ew/5648">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/vi/ew/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 verständlich 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-muenster.de/imperia/md/content/biologie_ibbp/agboehmer/lehre/gentechnik/ss2016/anti-matsch_tomate_2_.pdf">https://www.uni-muenster.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 II

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

### Inhaltsfeld 5: Genetik

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Meiose und Rekombination
- Analyse von Familienstammbäumen
- Gentechnik / **Gentechnologie**
- Bioethik

#### Zeitbedarf:

ca. 15 Std. à 45 Minuten (Grundkurs)

ca. 26 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>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>Zweifaktorenanalyse (dihybrider Erbgang) und Crossing-over am Beispiel Bluterkrankheit / Rot-Grün-Blindheit:</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 style="text-align: right;">ca. 4 Ustd.</p>	<p>erläutern die Grundprinzipien der inter- und intrachromosomalen Rekombination (Reduktion und Neukombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung (UF4).</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>
<p>Wie können genetisch bedingte Krankheiten zuverlässig diagnostiziert werden?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Genanalyse mit Short-Tandem-Repeat-Analyse (STR)</li> </ul>	<p>erläutern molekulargenetische Verfahren (u.a. PCR, Gelelektrophorese) und ihre Einsatzgebiete (E4, E2, UF1).</p>	<p>Wiederholung der in UV I eingeführten molekulargenetischen Werkzeuge (PCR, Gelelektrophorese)</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.</p> <p>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>

<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
ca. 3 Ustd. / 5 Ustd. + ggf. Labortag		ggf. weitere Anwendungsbeispiele für DNA-Analysen (z. B. genetischer Fingerabdruck)
<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 style="text-align: right;">ca. 3 Ustd./7 Ustd.</p>	<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 Folgen ethisch (B3, B4).</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 Biotechnologie 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. 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:

Leistungsbewertung:

- ggf. Klausur

### 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 Makula-degeneration
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



## Grundkurs und Leistungskurs – Q 1.2

Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)

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

**Thema/Kontext:** Autökologische Untersuchungen - *Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf die Standortwahl und Anpasstheiten 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 Anmerkungen und Empfehlungen</b> Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<p><i>Wie können die Lebensprozesse in einem geschlossenen System aufrecht erhalten 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 style="text-align: right;">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 Homoiothermen</li> <li>• Toleranzbereiche ausgewählter Beispielorganismen (stenöke und euryöke Arten)</li> </ul>	<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>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</li> <li>• <b>Reflexion der naturwissenschaftlichen Prinzipien</b> (physikalisch und stoffwechselphysiologisch), Berechnung des Oberfläche-Volumen-Verhältnisses</li> <li>• Strategien zur Thermoregulation (Endo- und Ektothermie, <a href="#">Regelkreismodell</a>) [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>

<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>ca. 6 UStd. / 10 UStd.</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>Temperaturorgelexperiment: Untersuchungen der Temperaturpräferenzen von Wirbellosen</p>
<p>Welchen Einfluss haben mehrere Umweltfaktoren auf die Existenz einer Art in einem Biotop?</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> </ul>	<p>zeigen den Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von Bioindikatoren und der Intensität abiotischer Faktoren in einem beliebigen Ökosystem (auf) (UF3, UF4, E4),</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</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</li> <li>• Recherche zu ausgewählten Bioindikatoren für andere abiotische Faktoren (z. B. Flechte, Brennnessel).</li> <li>• Morphologie von Licht- und Schattenblättern, z. B.</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
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zeitlich-rhythmische Änderungen – Tagesgang der Transpiration unter verschiedenen Bedingungen</li> </ul> <p style="text-align: center;">ca. 4 UStd./ 8 UStd.</p>	<p>entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1, E5)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li> <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 Kompetenzen erwerben:</p> <p>Die SuS analysieren Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen abiotischen Faktoren (E3).</p> <p>Die SuS erläutern den Zusammenhang zwischen Fotoreaktion und Synthesereaktion und ordnen die Reaktionen den unterschiedlichen Kompartimenten des Chloroplasten zu (UF1, UF3).</p>

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- Schaubild zu den Zusammenhängen in einem Modellökosystem
- Protokolle

Leistungsbewertung:

- ggf. Klausur

**Weiterführende Materialien:**

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/vie/w/5647">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/vie/w/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

Letzter Zugriff auf die URL: 17.10.2018

## Unterrichtsvorhaben IV

**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 Anmerkungen und Empfehlungen</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>• ENGELMANNSCHE 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> </ul>



Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i> inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Verbindliche Absprachen im Fettdruck
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>CAM und/oder C4- Pflanzen:</b> Alternative Fotosynthesestrategien als Anpasstheit an Standortbedingungen (Recherche, Präsentation)</li> </ul>

<p><u>Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:</u></p> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p>
--

**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_BI_O-DVD004.pdf">http://www.gida.de/downloads/begleithefte/biologie/GIDA_Begleitheft_BI_O-DVD004.pdf</a>	Veranschaulichung der Grundprinzipien der Fotosynthese in Kurzfilmen, Filme und Arbeitsmaterial unter Edmond zum Download verfügbar

Letzter Zugriff auf die URL: 17.10.2018

## Unterrichtsvorhaben V

**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.

<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>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><b>Bewusstmachung:</b> 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: 17.10.2018

## Unterrichtsvorhaben VI

**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 Anmerkungen und Empfehlungen</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> </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>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</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:**

<b>Nr.</b>	<b>URL / Quellenangabe</b>	<b>Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle</b>
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/oek03/31-Konkurrenz/indexOek31.html">http://www.u-helmich.de/bio/oek/oek03/31-Konkurrenz/indexOek31.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	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: 17.10.2018



## Unterrichtsvorhaben VII

**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 Anmerkungen und Empfehlungen</b> Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<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>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> </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>

<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
<ul style="list-style-type: none"> <li>Holz als Rohstoff und Energiequelle</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca. 4 UStd.</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 Konsumverhalten und schätzen diese unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit ein (B2, B3)</p> <p>Erläuterung und Bewertung menschlicher Eingriffe in den natürlichen Kohlenstoffkreislauf und deren Folgen, z. B. Abholzung von Regenwäldern, Versauerung der Meere, Treibhauseffekt, Klimawandel</p> <p>Reflexion des Konsumverhaltens (z. B. Fleischkonsum, Energieverbrauch) bezüglich seiner globalen Auswirkungen</p> <p>Kriteriengeleitete Bewertung von Handlungsoptionen (persönlich und politisch) im Sinne der Nachhaltigkeit [4-7]</p>
<p>Welche Auswirkungen haben Eingriffe des Menschen in Ökosysteme auf deren natürliche Sukzession?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sukzessionsstadien</li> </ul>	<p>entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1, E5)</p>	<p>Sukzessionsstadien eines ausgewählten Ökosystems, z. B.</p> <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</li> </ul>

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pioniergesellschaft</li> <li>Folgegesellschaften</li> <li>Klimaxgesellschaft</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca. 3 UStd./4 UStd.</p>	leiten aus Daten zu abiotischen und biotischen Faktoren Zusammenhänge im Hinblick auf <b>zyklische und sukzessive Veränderungen</b> (Abundanz und Dispersion von Arten) <b>sowie K- und r-Lebensstrategien</b> ab (E5, UF1, UF2, UF3, UF4)	Verbindliche Absprachen im Fettdruck  Entwicklung des Waldes in Mitteleuropa <ul style="list-style-type: none"> <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/data/download-pdf-neophyten-infos-und-materialien.pdf">http://li.hamburg.de/contentblob/8718964/e99c3924c7aca7074a05aaf67c94c8e1/data/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://www.pik-potsdam.de/forschung/klimawirkung-vulnerabilitat/projekte/projektseiten/pikee/links-1/Zusammenfassung%20aller%20Arbeitsblaetter.pdf">https://www.pik-potsdam.de/forschung/klimawirkung-vulnerabilitat/projekte/projektseiten/pikee/links-1/Zusammenfassung%20aller%20Arbeitsblaetter.pdf</a>	Sammlung von Arbeitsblättern zu Auswirkungen des Klimawandels auf Deutschland., S.213: Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Emissionen der vier globalen Hauptemittenten (1990–2013) in den Partnerstädten Bonn (Deutschland) und Chengdu (China)

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_oeffentlichkeitsbetaeiligung/111123reinhard.pdf">http://flussgebiete.hessen.de/fileadmin/dokumente/4_oeffentlichkeitsbetaeiligung/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

Letzter Zugriff auf die URL: 17.10.2018

## Leistungskurs – Q 2:

### Inhaltsfeld 4: Neurobiologie

- **Unterrichtsvorhaben V:** Molekulare und zellbiologische Grundlagen der neuronalen Informationsverarbeitung – *Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie funktioniert es?*
- **Unterrichtsvorhaben VI:** Fototransduktion – *Wie entsteht aus der Erregung durch einfallende Lichtreize ein Sinneseindruck im Gehirn?*
- **Unterrichtsvorhaben VII:** Aspekte der Hirnforschung – *Welche Faktoren beeinflussen das Gehirn?*

### Inhaltliche Schwerpunkte:

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

### Basiskonzepte:

#### System

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

#### Struktur und Funktion

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

#### Entwicklung

Neuronale Plastizität

**Zeitbedarf:** ca. 50 Std. à 45 Minuten = 33 Std. (68 Minuten)

## 2.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben für die Qualifikationsphase 2

<b>Unterrichtsvorhaben V</b>	
<b>Thema/Kontext:</b> Molekulare und zellbiologische Grundlagen der neuronalen Informationsverarbeitung – <i>Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie funktioniert es?</i>	
<b>Inhaltsfeld 4:</b> Neurobiologie	
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Aufbau und Funktion von Neuronen</li><li>• Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung (Teil 1)</li><li>• Methoden der Neurobiologie (Teil 1)</li></ul>	<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <p>Die Schülerinnen und Schüler können...</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>UF1</b> biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.</li><li>• <b>UF2</b> zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden.</li><li>• <b>UF3</b> biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen.</li><li>• <b>E2</b> Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern.</li><li>• <b>E5</b> Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.</li><li>• <b>E6</b> Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen.</li></ul>
<b>Zeitbedarf:</b> ca. 13 Std. (68 Minuten)	

<b>Mögliche <i>didaktische Leitfragen/</i> Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b>  Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden</b>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b>
<p>Neuronale Regulation - <i>Wie reagiert der Körper auf verschiedene Reize?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zentrales Nervensystem, peripheres Nervensystem (vegetatives NS und somatisches NS)</li> <li>• vegetatives NS – Sympathikus und Parasympathikus</li> <li>• Reiz-Reaktionsschema</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>	<p><b>Experiment:</b> Simulation zur antagonistischen Arbeitsweise von Sympathikus und Parasympathikus: Kaltwasser-Stresstest (Ermittlung des Blutdrucks und Pulsschlags in Abhängigkeit von der Zeit)</p> <p><b>Informationsblatt</b> zum Sympathikus und Parasympathikus</p> <p><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></p>	<p>Hinweis: Eine vertiefende Betrachtung der physiologischen und hormonellen Auswirkungen im Zusammenhang mit Stress erfolgt in Unterrichtsvorhaben VII.</p> <p>Anknüpfung an Sekundarstufe I-Kenntnisse</p>



<p>Das Neuron - <i>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>• Patch Clamp-Technik</li> <li>• Leitungsgeschwindigkeiten</li> <li>• Saltatorische und kontinuierliche Erregungsleitung</li> </ul>	<p>beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1).</p> <p>leiten aus Messdaten der Patch-Clamp-Technik Veränderungen von Ionenströmen durch Ionenkanäle ab und entwickeln dazu Modellvorstellungen (E5, E6, K4).</p> <p>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).</p>	<p><b>Arbeitsmaterial</b> zum Bau eines Wirbeltierneurons:  <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></p> <p><b>Schaumodell und Legekarten</b> zur Simulation des elektrischen und chemischen Potentials zur Einführung des Ruhepotentials</p> <p><b>Arbeitsblatt</b> zu den Vorgängen am Axon während eines Aktionspotentials</p> <p><b>Informationstext</b> zu den Einzelkanalexperimenten (Gigaseal) von NEHER und SAKMAN</p> <p><b>Arbeitsblätter</b> zum Experiment von VON HELMHOLTZ zur Bestimmung der Leitungsgeschwindigkeit im Axon</p> <p><b>Arbeitsblätter</b> zu elektrophysiologischen Untersuchungen von HODGKIN und HUXLEY an Riesenaxonen des <i>Loligo</i></p>	<p>SuS knüpfen an Vorwissen aus der Sekundarstufe I an und erweitern und vertiefen ihre Kenntnisse zum Aufbau und der Funktion eines Neurons.</p> <p>SuS lernen durch den Einsatz eines beweglichen Modells die Grundlagen der Bioelektrizität in Abhängigkeit von der Ionenbeweglichkeit und dem Konzentrationsgradienten kennen.</p> <p>SuS lernen die Abhängigkeit der Leitungsgeschwindigkeit vom Durchmesser der Neuronen kennen und unterscheiden die kontinuierliche von der saltatorischen Erregungsleitung.</p> <p>Das Material von Prof. Frings ist hervorragend zur Simulation der Erregungsleitung geeignet und bietet die Möglichkeit zur Modellkritik in Bezug auf die Lokalisation des Aktionspotentials.</p>
---	--	--	--

**Modelldarstellung** zur saltatorischen Erregungsleitung nach Prof. Frings:

<http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/list.php?suche=bioelektrizit%E4t>

**Selbstlernplattform** von Mallig :

<http://www.mallig.eduvinet.de/bio/neuron/neuro40.htm>

(letzter Zugriff: 19.05.2016)

<p>Die Synapse – <i>Wie wird das Signal von Neuron zu Neuron und vom Neuron auf den 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 Synapsen</li> <li>• Frequenz- und Amplitudenmodulation</li> <li>• Verrechnung von Potentialen (EPSP und IPSP)</li> <li>• endo- und exogene Stoffe</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> <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>dokumentieren und präsentieren die Wirkung von endo- und exogenen Stoffen auf Vorgänge am Axon, der Synapse und auf</p>	<p>Einsatz von selbst erstellten, großen <b>Schaubildern mit beweglichen Einzelteilen</b> zum Aufbau des Wirbeltierneurons und der Synapse</p> <p><b>Informationstexte</b> zur neuronalen Verrechnung, <b>Partnerpuzzle</b> zur zeitlichen und räumlichen Summation.</p> <p><b>Arbeitsblatt</b> zu den verschiedenen Potentialarten:  <a href="http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialienintrag.php?matId=5372&amp;marker=Potentialarten">http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialienintrag.php?matId=5372&amp;marker=Potentialarten</a></p> <p><b>Arbeitsblatt</b> mit Übungsaufgaben zur neuronalen Verrechnung unter Berücksichtigung von EPSP und IPSP</p> <p><b>Informationstexte</b> und <b>Messdaten</b> zu erregenden und hemmenden Neurotransmittern und zu Eigenschaften von Neurotransmittern</p>	<p>SuS gewinnen einen ersten Eindruck von der Verschaltung von Neuronen und von der strukturellen und funktionalen Plastizität neuronaler Strukturen.</p> <p>SuS lernen die Unterschiede zwischen zeitlicher und räumlicher Summation kennen.</p> <p>SuS differenzieren zwischen Aktionspotential, erregendem postsynaptischen Potential und Endplattenpotential.</p> <p>SuS ordnen Ableitungen zu den verschiedenen Stellen im Perikaryon und Axon zu und bilden Hypothesen zu den Spannungsverläufen an ausgewählten Stellen des Neurons.</p> <p>SuS ermitteln die Eigenschaften der Neurotransmitter und präsentieren diese.</p> <p>SuS bearbeiten Texte zu einem [zwei] hemmenden und einem [zwei] erregenden Gift[en] unter</p>
--	--	---	--

	<p>Gehirnareale an konkreten Beispielen (K1, K3, UF2).</p>		<p>Berücksichtigung von Dosis-Wirkungs-beziehungen (Antidot-Wirkungen).</p>
--	--	--	---

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- **Modellkritik** zur Fehleranalyse

Leistungsbewertung:

- ggf. angekündigte **schriftliche Übungen**
- Bewertung von **Modellen - Modellkritik**
- ggf. **Klausur**
- ggf. **Facharbeit**

## Unterrichtsvorhaben VI

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

### Inhaltsfeld 4: Neurobiologie

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

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

**Zeitbedarf:** ca. 10 Std. (15 Std.) à 45 Minuten

#### 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, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen.
- **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren.

<b>Mögliche <i>didaktische Leitfragen/</i> Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b>  Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methode</b>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b>
<p>Das Auge - <i>Wie werden optische Reize in elektrische Potentiale übersetzt?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktion des Auges</li> <li>• Fotorezeption</li> </ul>	<p>stellen den Vorgang von der durch einen Reiz ausgelösten Erregung von Sinneszellen bis zur Entstehung des Sinneseindrucks bzw. der Wahrnehmung im Gehirn unter Verwendung fachspezifischer Darstellungsformen in Grundzügen dar (K1, K3).</p> <p>erläutern den Aufbau und die Funktion der Netzhaut unter den Aspekten der Farb- und Kontrastwahrnehmung (UF3, UF4).</p>	<p><b>Informationstext</b> zum Aufbau eines Säugetierauges und zur Funktion der Bestandteile</p> <p><a href="http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzer_sicht/list.php?suche=schweineauge">http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzer_sicht/list.php?suche=schweineauge</a></p> <p><b>Bau eines</b> Perimeter[s] aus Pappe</p> <p><a href="http://www.staff.uni-mainz.de/freesecc/Download/Tierphysiologie/Versuch%2004%20Perimetrie.pdf">http://www.staff.uni-mainz.de/freesecc/Download/Tierphysiologie/Versuch%2004%20Perimetrie.pdf</a></p> <p>(letzter Zugriff: 19.05.2016)</p> <p><b>Experiment</b> zur Perimetrie mit farbigen Stiften (rot, grün und blau)</p>	<p>SuS erarbeiten anhand der Perimeterexperimente die Verteilung der Zapfen und Stäbchen auf der Netzhaut.</p>





<b>Mögliche <i>didaktische Leitfragen</i>/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b>  Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methode</b>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b>
	<i>second messengers</i> und der Reaktionskaskade bei der Fototransduktion (E6, E1).	<p><b><u>Informationsblatt zur Erstellung eines Storyboards für die Fototransduktion unter besonderer Berücksichtigung der Bedeutung von <i>second messenger</i>-Systemen</u></b></p> <p><b><u>Modell für den Stop-Motion-Film</u></b></p> <p><b><u>App zur Erstellung eines Stop-Motion-Films, z. B. "PicPac"</u></b>  <a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=tv.picpac&amp;hl=de">https://play.google.com/store/apps/details?id=tv.picpac&amp;hl=de</a>            (letzter Zugriff: 19.05.2016)</p>	<p>Ggf. können auch Augenoperationen zu Themen wie Grauer oder Grüner Star, Makuladegeneration oder Hornhautveränderungen in Form von Referaten oder als Facharbeit berücksichtigt werden.</p>

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- **Sezieren** mit anschließender Fehleranalyse
- **Stop-Motion-Film** zur Fehleranalyse
- **Referate nach vorgegebenen Kriterien**

Leistungsbewertung:

- **schriftliche Übungen**
- **Storyboard** nach vorgegebenen Kriterien
- **Stop-Motion-Film** nach vorgegebenen Kriterien
- **Referate**, mögliche Checkliste zur Beurteilung:  
<http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialeintrag.php?matId=5003&marker=Referate>
- ggf. **Klausur**
- ggf. **Facharbeit**

## Unterrichtsvorhaben VII

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

### Inhaltsfeld 4: Neurobiologie

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

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

**Zeitbedarf:** ca. 20 Std. (25 Std.) à 45 Minuten

#### Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können...

- **UF4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.
- **K2** zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen.
- **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren.
- **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.
- **B3** an Beispielen von Konfliktsituationen mit biologischem Hintergrund kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten.

<b>Mögliche <i>didaktische Leitfragen/</i> Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden</b>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b>
<p>Das Gehirn – <i>Wie erfolgt die Informationsverarbeitung und -speicherung?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau des Gehirns</li> <li>• Hirnfunktionen</li> <li>• Methoden der Neurobiologie (PET, fMRT)</li> </ul>	<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</p>	<p><b>Modell</b> des Gehirns</p> <p><b>Sezieren</b> eines Schweinehirns, <b>Anleitung</b> in: Unterricht Biologie 233 (1998) oder:  <a href="http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/list.php?suche=Schweinegehirn">http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/list.php?suche=Schweinegehirn</a></p> <p><b>Informationsmaterial</b> zum Aufbau des Gehirns (funktionelle Anatomie)</p> <p><b>Expertenquartett</b> zum Aufbau des Gehirns mit anschließender Präsentation  <a href="https://www.planet-schule.de/%20wissenspool/dein_gehirn/inhalt.html">https://www.planet-schule.de/%20wissenspool/dein_gehirn/inhalt.html</a>          (letzter Zugriff: 19.05.2016)</p> <p><b>Kartenabfrage</b> zum Bau des Gehirns</p> <p><b>Partnerpuzzle</b> zu verschiedenen Neuroimaging Methoden, u .a. PET und fMRT</p>	<p>SuS erfahren unmittelbar an der Konsistenz des Präparats die Empfindlichkeit des Gehirns.</p>



<p>Stressreaktion – <i>Auf welche Weise interagieren Nerven- und Hormonsystem?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einfluss von Stress</li> </ul> <p>Teufelswerk oder Heilmittel? <i>Welche Chancen und Risiken birgt der Einsatz von Neuroenhancern?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Neuroenhancer</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> <p>recherchieren und präsentieren aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu einer degenerativen Erkrankung (K2, K3).</p> <p>dokumentieren und präsentieren die Wirkung von endo- und exogenen Stoffen auf Vorgänge am A-xon, der Synapse und auf Gehirn-areale an konkreten Beispielen (K1, K3, UF2).</p>	<p><a href="http://neuronation.spiegel.de/web/te-stbrain">http://neuronation.spiegel.de/web/te-stbrain</a> (letzter Zugriff: 19.05.2016)</p> <p><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)</p> <p><b>Internetrecherche</b> in arbeitsteiliger Gruppenarbeit nach vorgegebenen Kriterien zum Thema „degenerative Erkrankungen“, z. B. Morbus Alzheimer, Morbus Parkinson, Creutzfeld-Jakob-Krankheit</p> <p><b>Informationsmaterial</b> zum Neuro-Enhancement</p> <p><b>YouTube, Stichworte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Neuro-Enhancement smartshow</li> <li>Kognitive und emotionale Optimierung</li> </ul> <p><b>Partnerarbeit</b> und anschließende <b>Präsentation</b> zu Neuroenhancern als Medikamente gegen Morbus Alzheimer, Demenz, ADHS</p>	<p>SuS können ihre Gedächtnisleistung selbstständig überprüfen und trainieren.</p> <p>SuS fassen aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu verschiedenen degenerativen Erkrankungen zusammen und präsentieren diese Ergebnisse in einer Expertenrunde.</p> <p>SuS lernen die Wirkungsweise von Neuroenhancern kennen. Diese Kenntnisse ermöglichen es ihnen, eine eigene kritisch reflektierte Position zu beziehen.</p>
--	--	--	---

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

**Zeitungsartikel**, z. B.

[Gehirndoping - Stoff für's Gehirn \(FAZ 2008\)](#)

[Gehirndoping wird auch in Deutschland immer beliebter \(Ärztezeitung 2009\)](#)

(letzter Zugriff: 19.05.2016)

[http://www.wissenschaft-schulen.de/sixcms/media.php/1308/UE\\_Neuro-Enhancement\\_Ablauf.pdf](http://www.wissenschaft-schulen.de/sixcms/media.php/1308/UE_Neuro-Enhancement_Ablauf.pdf)

**Arbeitsblätter dazu:**

[http://www.wissenschaft-schulen.de/sixcms/media.php/1308/Neuro-Enhancer\\_AB-L%C3%B6sungen\\_gesamt.pdf](http://www.wissenschaft-schulen.de/sixcms/media.php/1308/Neuro-Enhancer_AB-L%C3%B6sungen_gesamt.pdf)

(letzter Zugriff: 19.05.2016)

**Pro-Contra Diskussion** zum Neuroenhancement

**Anleitung** und **Bewertungsbogen** bei den WIS-Materialien (siehe oben)

Ausgewählte Zeitungsartikel liefern Informationen und die Basis dafür, dass eine fachlich fundierte Arbeit im Kompetenzbereich Bewertung möglich wird.

Die Initiative „Wissenschaft in die Schulen!“ (WIS) bietet eine vollständige Unterrichtsreihe zum Neuro-enhancement an.

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- **Methodendiskussion** zur Pro-/Contra-Diskussion nach vorgegebenen Kriterien und nach Bewertungsbogen
- **Kartenabfrage** zum Aufbau des Gehirns

Leistungsbewertung:

- **Pro-/Contra-Diskussion** nach vorgegebenen Kriterien
- **Präsentationen**
- **Referate**, mögliche Checkliste zur Beurteilung:  
<http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialeintrag.php?matId=5003&marker=Referate>
- ggf. **Faltblatt** nach vorgegebenen Kriterien
- ggf. **schriftliche Übungen**
- ggf. **Klausur**
- ggf. **Facharbeit**



## Leistungskurs – Q 2:

### Inhaltsfeld 4: Neurobiologie

- **Unterrichtsvorhaben V:** Molekulare und zellbiologische Grundlagen der neuronalen Informationsverarbeitung – *Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie funktioniert es?*
- **Unterrichtsvorhaben VI:** Fototransduktion – *Wie entsteht aus der Erregung durch einfallende Lichtreize ein Sinneseindruck im Gehirn?*
- **Unterrichtsvorhaben VII:** Aspekte der Hirnforschung – *Welche Faktoren beeinflussen das Gehirn?*

### Inhaltliche Schwerpunkte:

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

### Basiskonzepte:

#### System

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

#### Struktur und Funktion

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

#### Entwicklung

Neuronale Plastizität

**Zeitbedarf:** ca. 50 Std. à 45 Minuten = 33 Std. (68 Minuten)

## 2.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben für die Qualifikationsphase 2

<b>Unterrichtsvorhaben V</b>	
<b>Thema/Kontext:</b> Molekulare und zellbiologische Grundlagen der neuronalen Informationsverarbeitung – <i>Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie funktioniert es?</i>	
<b>Inhaltsfeld 4:</b> Neurobiologie	
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Aufbau und Funktion von Neuronen</li><li>• Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung (Teil 1)</li><li>• Methoden der Neurobiologie (Teil 1)</li></ul> <b>Zeitbedarf:</b> ca. 13 Std. (68 Minuten)	<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <p>Die Schülerinnen und Schüler können...</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>UF1</b> biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.</li><li>• <b>UF2</b> zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden.</li><li>• <b>UF3</b> biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen.</li><li>• <b>E2</b> Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern.</li><li>• <b>E5</b> Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.</li><li>• <b>E6</b> Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen.</li></ul>

<b>Mögliche <i>didaktische Leitfragen/</i> Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b>  Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden</b>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b>
<p>Neuronale Regulation - <i>Wie reagiert der Körper auf verschiedene Reize?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zentrales Nervensystem, peripheres Nervensystem (vegetatives NS und somatisches NS)</li> <li>• vegetatives NS – Sympathikus und Parasympathikus</li> <li>• Reiz-Reaktionsschema</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>	<p><b>Experiment:</b> Simulation zur antagonistischen Arbeitsweise von Sympathikus und Parasympathikus: Kaltwasser-Stresstest (Ermittlung des Blutdrucks und Pulsschlags in Abhängigkeit von der Zeit)</p> <p><b>Informationsblatt</b> zum Sympathikus und Parasympathikus</p> <p><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></p>	<p>Hinweis: Eine vertiefende Betrachtung der physiologischen und hormonellen Auswirkungen im Zusammenhang mit Stress erfolgt in Unterrichtsvorhaben VII.</p> <p>Anknüpfung an Sekundarstufe I-Kenntnisse</p>

<p>Das Neuron - <i>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>• Patch Clamp-Technik</li>   <li>• Leitungsgeschwindigkeiten</li> </ul>	<p>beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1).</p> <p>leiten aus Messdaten der Patch-Clamp-Technik Veränderungen von Ionenströmen durch Ionenkanäle ab und entwickeln dazu Modellvorstellungen (E5, E6, K4).</p> <p>vergleichen die Weiterleitung des Aktionspotentials an myelinisierten und nicht myelinisierten Axonen miteinander und stellen diese unter dem Aspekt der Leitungsgeschwindigkeit in einen</p>	<p><b>Arbeitsmaterial</b> zum Bau eines Wirbeltierneurons:  <a href="http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialbeitrag.php?matId=5371&amp;marker=neuron">http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialbeitrag.php?matId=5371&amp;marker=neuron</a></p> <p><b>Schaumodell und Legekarten</b> zur Simulation des elektrischen und chemischen Potentials zur Einführung des Ruhepotentials</p> <p><b>Arbeitsblatt</b> zu den Vorgängen am Axon während eines Aktionspotentials</p> <p><b>Informationstext</b> zu den Einzelkanalexperimenten (Gigaseal) von NEHER und SAKMAN</p> <p><b>Arbeitsblätter</b> zum Experiment von VON HELMHOLTZ zur Bestimmung der Leitungsgeschwindigkeit im Axon</p> <p><b>Arbeitsblätter</b> zu elektrophysiologischen Untersuchungen von</p>	<p>SuS knüpfen an Vorwissen aus der Sekundarstufe I an und erweitern und vertiefen ihre Kenntnisse zum Aufbau und der Funktion eines Neurons.</p> <p>SuS lernen durch den Einsatz eines beweglichen Modells die Grundlagen der Bioelektrizität in Abhängigkeit von der Ionenbeweglichkeit und dem Konzentrationsgradienten kennen.</p> <p>SuS lernen die Abhängigkeit der Leitungsgeschwindigkeit vom Durchmesser der Neuronen kennen und unterscheiden die kontinuierliche von der saltatorischen Erregungsleitung.</p> <p>Das Material von Prof. Frings ist hervorragend zur Simulation der</p>
---	--	---	--

<ul style="list-style-type: none"><li>• Saltatorische und kontinuierliche Erregungsleitung</li></ul>	funktionellen Zusammenhang (UF2, UF3, UF4).	<p>HODGKIN und HUXLEY an Riesenaxonen des <i>Loligo</i></p> <p><b>Modelldarstellung</b> zur saltatorischen Erregungsleitung nach Prof. Frings:</p> <p><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></p> <p><b>Selbstlernplattform</b> von Mallig :</p> <p><a href="http://www.mallig.eduvinet.de/bio/neuron/neuro40.htm">http://www.mallig.eduvinet.de/bio/neuron/neuro40.htm</a></p> <p>(letzter Zugriff: 19.05.2016)</p>	Erregungsleitung geeignet und bietet die Möglichkeit zur Modellkritik in Bezug auf die Lokalisation des Aktionspotentials.
--	---	--	--

<b>Mögliche <i>didaktische Leitfragen/</i> Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b>  Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden</b>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b>
<p>Die Synapse – <i>Wie wird das Signal von Neuron zu Neuron und vom Neuron auf den 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 Synapsen</li> <li>• Frequenz- und Amplitudenmodulation</li> <li>• Verrechnung von Potentialen (EPSP und IPSP)</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> <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>Einsatz von selbst erstellten, großen <b>Schaubildern mit beweglichen Einzelteilen</b> zum Aufbau des Wirbeltierneurons und der Synapse</p> <p><b>Informationstexte</b> zur neuronalen Verrechnung, <b>Partnerpuzzle</b> zur zeitlichen und räumlichen Summation.</p> <p><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></p> <p><b>Arbeitsblatt</b> mit Übungsaufgaben zur neuronalen Verrechnung unter</p>	<p>SuS gewinnen einen ersten Eindruck von der Verschaltung von Neuronen und von der strukturellen und funktionalen Plastizität neuronaler Strukturen.</p> <p>SuS lernen die Unterschiede zwischen zeitlicher und räumlicher Summation kennen.</p> <p>SuS differenzieren zwischen Aktionspotential, erregendem postsynaptischen Potential und Endplattenpotential.</p> <p>SuS ordnen Ableitungen zu den verschiedenen Stellen im Perikaryon und Axon zu und bilden Hypothesen</p>

<b>Mögliche <i>didaktische Leitfragen</i>/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden</b>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• endo- und exogene Stoffe</li> </ul>	<p>dokumentieren und präsentieren die Wirkung von endo- und exogenen Stoffen auf Vorgänge am Axon, der Synapse und auf Gehirnareale an konkreten Beispielen (K1, K3, UF2).</p>	<p>Berücksichtigung von EPSP und IPSP</p> <p><b>Informationstexte</b> und <b>Messdaten</b> zu erregenden und hemmenden Neurotransmittern und zu Eigenschaften von Neurotransmittern</p>	<p>zu den Spannungsverläufen an ausgewählten Stellen des Neurons.</p> <p>SuS ermitteln die Eigenschaften der Neurotransmitter und präsentieren diese.</p> <p>SuS bearbeiten Texte zu einem [zwei] hemmenden und einem [zwei] erregenden Gift[en] unter Berücksichtigung von Dosis-Wirkungs-beziehungen (Antidot-Wirkungen).</p>

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- **Modellkritik** zur Fehleranalyse

Leistungsbewertung:

- ggf. angekündigte **schriftliche Übungen**
- Bewertung von **Modellen - Modellkritik**
- ggf. **Klausur**
- ggf. **Facharbeit**



## Unterrichtsvorhaben VI

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

### Inhaltsfeld 4: Neurobiologie

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

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

**Zeitbedarf:** ca. 10 Std. (15 Std.) à 45 Minuten

#### 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, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen.
- **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren.

<b>Mögliche <i>didaktische Leitfragen/</i> Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b>  Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methode</b>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b>
<p>Das Auge - <i>Wie werden optische Reize in elektrische Potentiale übersetzt?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktion des Auges</li> <li>• Fotorezeption</li> </ul>	<p>stellen den Vorgang von der durch einen Reiz ausgelösten Erregung von Sinneszellen bis zur Entstehung des Sinneseindrucks bzw. der Wahrnehmung im Gehirn unter Verwendung fachspezifischer Darstellungsformen in Grundzügen dar (K1, K3).</p> <p>erläutern den Aufbau und die Funktion der Netzhaut unter den Aspekten der Farb- und Kontrastwahrnehmung (UF3, UF4).</p>	<p><b>Informationstext</b> zum Aufbau eines Säugetierauges und zur Funktion der Bestandteile</p> <p><a href="http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzer_sicht/list.php?suche=schweineauge">http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzer_sicht/list.php?suche=schweineauge</a></p> <p><b>Bau eines</b> Perimeter[s] aus Pappe</p> <p><a href="http://www.staff.uni-mainz.de/freesec/Download/Tierphysiologie/Versuch%2004%20Perimetrie.pdf">http://www.staff.uni-mainz.de/freesec/Download/Tierphysiologie/Versuch%2004%20Perimetrie.pdf</a></p> <p>(letzter Zugriff: 19.05.2016)</p>	<p>SuS erarbeiten anhand der Perimeterexperimente die Verteilung der Zapfen und Stäbchen auf der Netzhaut.</p>



Mögliche <i>didaktische Leitfragen/</i> Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler...	Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methode	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>second messenger</i></li> <li>• Reaktionskaskade</li> </ul>	<p>stellen die Veränderung der Mem-branspannung an Lichtsinneszellen anhand von Modellen dar und beschreiben die Bedeutung des <i>second messengers</i> und der Reaktionskaskade bei der Fototransduktion (E6, E1).</p>	<p><b><u>Arbeitsblätter</u></b> zur lateralen Inhibition</p> <p><b><u>Arbeitsblatt</u></b> zur Fototransduktion</p> <p><b><u>Informationsblatt</u></b> zur Erstellung eines Storyboards für die Fototransduktion unter besonderer Berücksichtigung der Bedeutung von <i>second messenger</i>-Systemen</p> <p><b><u>Modell</u></b> für den Stop-Motion-Film</p> <p><b><u>App</u></b> zur Erstellung eines Stop-Motion-Films, z. B. "PicPac"  <a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=tv.picpac&amp;hl=de">https://play.google.com/store/apps/details?id=tv.picpac&amp;hl=de</a>  (letzter Zugriff: 19.05.2016)</p>	<p>Zelle über die Zellmembran hinweg mittels <i>second messenger</i> (Signaltransduktion).</p> <p>Ggf. können auch Augenoperationen zu Themen wie Grauer oder Grüner Star, Makuladegeneration oder Hornhautveränderungen in Form von Referaten oder als Facharbeit berücksichtigt werden.</p>

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- **Sezieren** mit anschließender Fehleranalyse
- **Stop-Motion-Film** zur Fehleranalyse
- **Referate nach vorgegebenen Kriterien**

Leistungsbewertung:

- **schriftliche Übungen**
- **Storyboard** nach vorgegebenen Kriterien
- **Stop-Motion-Film** nach vorgegebenen Kriterien
- **Referate**, mögliche Checkliste zur Beurteilung:  
<http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialeintrag.php?matId=5003&marker=Referate>
- ggf. **Klausur**
- ggf. **Facharbeit**

## Unterrichtsvorhaben VII

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

### Inhaltsfeld 4: Neurobiologie

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

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

**Zeitbedarf:** ca. 20 Std. (25 Std.) à 45 Minuten

#### Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können...

- **UF4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.
- **K2** zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen.
- **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren.
- **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.
- **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>Mögliche <i>didaktische Leitfragen/</i> Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden</b>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b>
<p>Das Gehirn – <i>Wie erfolgt die Informationsverarbeitung und -speicherung?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau des Gehirns</li> <li>• Hirnfunktionen</li> <li>• Methoden der Neurobiologie (PET, fMRT)</li> </ul>	<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</p>	<p><b>Modell</b> des Gehirns</p> <p><b>Sezieren</b> eines Schweinehirns, <b>Anleitung</b> in: Unterricht Biologie 233 (1998) oder:  <a href="http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/list.php?suche=Schweinegehirn">http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/list.php?suche=Schweinegehirn</a></p> <p><b>Informationsmaterial</b> zum Aufbau des Gehirns (funktionelle Anatomie)</p> <p><b>Expertenquartett</b> zum Aufbau des Gehirns mit anschließender Präsentation  <a href="https://www.planet-schule.de/%20wissenspool/dein_gehirn/inhalt.html">https://www.planet-schule.de/%20wissenspool/dein_gehirn/inhalt.html</a>          (letzter Zugriff: 19.05.2016)</p> <p><b>Kartenabfrage</b> zum Bau des Gehirns</p> <p><b>Partnerpuzzle</b> zu verschiedenen Neuroimaging Methoden, u .a. PET und fMRT</p>	<p>SuS erfahren unmittelbar an der Konsistenz des Präparats die Empfindlichkeit des Gehirns.</p>





Mögliche <i>didaktische Leitfragen/</i> Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<p>Stressreaktion – <i>Auf welche Weise interagieren Nerven- und Hormonsystem?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einfluss von Stress</li> </ul> <p>Teufelswerk oder Heilmittel? <i>Welche Chancen und Risiken birgt der Einsatz von Neuroenhancern?</i></p>	<p>erklären die Rolle von Sympathikus und Parasympathikus bei der neuronalen und hormonellen Regelung von physiologischen Funktionen an Beispielen (UF4, E6, UF2, UF1).</p> <p>recherchieren und präsentieren aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu einer degenerativen Erkrankung (K2, K3).</p> <p>dokumentieren und präsentieren die Wirkung von endo- und exogenen Stoffen auf Vorgänge am A-xon, der</p>	<p>(letzter Zugriff: 12.09.2016)</p> <p><b>Tests</b> zum Lernen und zum Gedächtnis  <a href="http://braintest.sommer-sommer.com/de/">http://braintest.sommer-sommer.com/de/</a>  <a href="http://neuronation.spiegel.de/web/te-stbrain">http://neuronation.spiegel.de/web/te-stbrain</a></p> <p>(letzter Zugriff: 19.05.2016)</p> <p><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)</p> <p><b>Internetrecherche</b> in arbeitsteiliger Gruppenarbeit nach vorgegebenen Kriterien zum Thema „degenerative Erkrankungen“, z. B. Morbus Alzheimer, Morbus Parkinson, Creutzfeld-Jakob-Krankheit</p>	<p>- wissenschaftliche Informationen zur Plastizität des Gehirns</p> <p>SuS können ihre Gedächtnisleistung selbstständig überprüfen und trainieren.</p> <p>SuS fassen aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu verschiedenen degenerativen Erkrankungen zusammen und</p>

Mögliche <i>didaktische Leitfragen/</i> Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neuroenhancer</li> </ul>	<p>Synapse und auf Gehirn-areale an konkreten Beispielen (K1, K3, UF2).</p> <p>leiten Wirkungen von endo- und exogenen Substanzen (u. a. von Neuroenhancern) auf die Gesundheit ab und bewerten mögliche Folgen für Individuum und Gesellschaft (B3, B4, B2, UF2, UF4).</p>	<p><b>Informationsmaterial</b> zum Neuro-Enhancement</p> <p><b>YouTube</b>, Stichworte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neuro-Enhancement smartshow</li> <li>• Kognitive und emotionale Optimierung</li> </ul> <p><b>Partnerarbeit</b> und anschließende <b>Präsentation</b> zu Neuroenhancern als Medikamente gegen Morbus Alzheimer, Demenz, ADHS</p> <p><b>Zeitungsartikel</b>, z. B.  <a href="#">Gehirndoping - Stoff für's Gehirn (FAZ 2008)</a>  <a href="#">Gehirndoping wird auch in Deutschland immer beliebter (Ärztzeitung 2009)</a>  (letzter Zugriff: 19.05.2016)</p>	<p>präsentieren diese Ergebnisse in einer Expertenrunde.</p> <p>SuS lernen die Wirkungsweise von Neuroenhancern kennen. Diese Kenntnisse ermöglichen es ihnen, eine eigene kritisch reflektierte Position zu beziehen.</p> <p>Ausgewählte Zeitungsartikel liefern Informationen und die Basis dafür, dass eine fachlich fundierte Arbeit im Kompetenzbereich Bewertung möglich wird.</p>

Mögliche <i>didaktische Leitfragen</i> / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
		<p><a href="http://www.wissenschaft-schulen.de/sixcms/media.php/1308/UE_Neuro-Enhancement_Ablauf.pdf">http://www.wissenschaft-schulen.de/sixcms/media.php/1308/UE_Neuro-Enhancement_Ablauf.pdf</a></p> <p><b>Arbeitsblätter dazu:</b>  <a href="http://www.wissenschaft-schulen.de/sixcms/media.php/1308/Neuro-Enhancer_AB-L%C3%B6sungen_gesamt.pdf">http://www.wissenschaft-schulen.de/sixcms/media.php/1308/Neuro-Enhancer_AB-L%C3%B6sungen_gesamt.pdf</a>  (letzter Zugriff: 19.05.2016)</p> <p><b>Pro-Contra Diskussion</b> zum Neuroenhancement  <b>Anleitung</b> und <b>Bewertungsbogen</b> bei den WIS-Materialien (siehe oben)</p> <p>Erstellung eines <b>Faltblatts</b> zum Neuroenhancement  <b>Anleitung:</b>  <a href="http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/mat">http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/mat</a></p>	<p>Die Initiative „Wissenschaft in die Schulen!“ (WIS) bietet eine vollständige Unterrichtsreihe zum Neuro-enhancement an.</p>

<b>Mögliche <i>didaktische Leitfragen</i>/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler...	<b>Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden</b>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b>
		<a href="#">erialeintrag.php?matId=5377&amp;marker=flyer</a>	

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- **Methodendiskussion** zur Pro-/Contra-Diskussion nach vorgegebenen Kriterien und nach Bewertungsbogen
- **Kartenabfrage** zum Aufbau des Gehirns

Leistungsbewertung:

- **Pro-/Contra-Diskussion** nach vorgegebenen Kriterien
- **Präsentationen**
- **Referate**, mögliche Checkliste zur Beurteilung:  
<http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialeintrag.php?matId=5003&marker=Referate>
- ggf. **Faltblatt** nach vorgegebenen Kriterien
- ggf. **schriftliche Übungen**
- ggf. **Klausur**
- ggf. **Facharbeit**

## Grundkurs und Leistungskurs – Q 2.2

Inhaltsfeld: IF 6 (Evolution)

Inhaltliche Schwerpunkte	Vorschläge für mögliche Kontexte
<b>Entwicklung der Evolutionstheorie</b> Grundlagen evolutiver Veränderung Art und Artbildung Evolution und Verhalten Evolution des Menschen Stammbäume	Primaten Parasiten

- **Unterrichtsvorhaben I: Evolution – Wandel durch Variation und Auswahl**
- **Unterrichtsvorhaben II: Meilensteine in der Entwicklung des Lebens und Evolution des Menschen**

### Basiskonzept System

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

### Basiskonzept Struktur und Funktion

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

### Basiskonzept Entwicklung

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

**Zeitbedarf:** ACTUNG: Hier ist der reale Zeitraum der Q2.2 berücksichtigt, der je nach Lage der Osterferien 10-13 Wochen umfasst

ca. 33 Ustd. à 45 Minuten (Grundkurs) ca. ≈ ca. 22 Stunden a 67,5 Minuten

ca. 55 Ustd. à 45 Minuten (Leistungskurs) ≈ ca. 36 Stunden a 67,5 Minuten

## Unterrichtsvorhaben I

### Thema/Kontext: Evolution – Wandel durch Variation und Auswahl

*Welche Faktoren steuern die Entwicklung von Arten?*

*Welche Erklärungsansätze führten letztlich zur Entwicklung der synthetischen Evolutionstheorie und auf welchen Hinweisen basieren diese.*

*Welche Mechanismen und Faktoren greifen bei der Entstehung der Artenvielfalt.*

### Inhaltsfeld 6: Evolution

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

#### Entwicklung der Evolutionstheorie

Grundlagen evolutiver Veränderung

Art und Artbildung

Evolution und Verhalten

Stammbäume

#### Zeitbedarf:

ca. 16 Ustd. à 67,5 Minuten (Grundkurs)

ca. 24 Ustd. à 67,5 Minuten (Leistungskurs)

#### Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können...

- **UF1** biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern (Wiedergabe)
- **UF3** biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen, (Systematisierung)
- **UF4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen (Vernetzung)
- **E3** mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten (Hypothesen)
- **E6** Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen, (Modelle)
- **E7** naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen. (Arbeits- und Denkweisen)
- **K2** zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen, (Recherche)
- **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren, (Präsentation)
- **B3** an Beispielen von Konfliktsituationen mit biologischem Hintergrund kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten, (Werte und Normen)
- **B4** begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten. (Möglichkeiten und Grenzen)



<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
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Was ist Evolution?</b></li> <li>• Evolution der Evolutionstheorie Schlüsselfiguren und Meilensteine Historisches Blitzlicht</li> <li>• Darwin und Lamarck im Vergleich</li> <li>• Mechanismen der Evolution Vererbung, Variation, Selektion, Mutation, Rekombination, Populationsstrukturen)</li> <li>• Natürliche Selektion Industriemelanismus, Selektionsdruck, Mutationsdruck</li> <li>• <b>Formen der Selektion</b>, Stabilisierende, gerichtete, disruptive Selektion,</li> <li>• <b>Zufall als Schrittmacher der Evolution</b> (Gendrift, Gründereffekte, Inselbiologie)</li> </ul> <p style="text-align: right;">ca. 8 Ustd. / 12 Ustd.</p>	<p>stellen Erklärungsmodelle für die Evolution in ihrer historischen Entwicklung und die damit verbundenen Veränderungen des Weltbildes dar (E7),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen die synthetische Evolutionstheorie zusammenfassend dar (UF2, UF4),</li> <li>• erläutern den Einfluss der Evolutionsfaktoren (Mutation, Rekombination, Selektion, Gendrift) auf den Genpool einer Population (UF4, UF1),</li> <li>• belegen an Beispielen den aktuellen evolutionären Wandel von Organismen (u.a. mithilfe von Auszügen aus Gendatenbanken) (E2, E5),</li> <li>• erklären mithilfe molekulargenetischer Modellvorstellungen zur Evolution der Genome die genetische Vielfalt der Lebewesen (K4, E6),</li> </ul>	<p>Historischer Einstieg in das Inhaltsfeld Evolution z.B. über die Schöpfungsgeschichte (1. Buch Mose)</p> <p style="background-color: #e0e0e0; padding: 5px;">In diesem Kontext kann auch folgende Kompetenz erworben werden:</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>On the Origin of Species</b></li> </ul> <p>Prinzipien der Speziation und ihre Erklärungsansätze</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanismen allopatrischer und sympatrischer Speziation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen den Vorgang der adaptiven Radiation unter dem Aspekt der Angepasstheit dar (UF2, UF4),</li> <li>• erläutern das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der</li> </ul>	<p>Inselbiologie nach Mc Arthur &amp; Wilson, Speziation bei Galapagos Schildkröten</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
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Isolationsmechanismen und Formen</li> <li>• Adaptive Radiation</li> </ul>	<p>Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen (UF1, UF4),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben Biodiversität auf verschiedenen Systemebenen (genetische Variabilität, Artenvielfalt, Vielfalt der Ökosysteme) (UF4, UF1, UF2, UF3).</li> <li>• belegen an Beispielen den aktuellen evolutionären Wandel von Organismen (u.a. mithilfe von Auszügen aus Gendatenbanken) (E2, E5),</li> <li>• bestimmen und modellieren mithilfe des Hardy-Weinberg-Gesetzes die Allelfrequenzen in Populationen und geben Bedingungen für die Gültigkeit des Gesetzes an (E6),</li> <li>• erklären Modellvorstellungen zu Artbildungsprozessen (u.a. allopatrische und sympatrische Artbildung) an Beispielen (E6, UF1),</li> <li>• erstellen und analysieren Stammbäume anhand von Daten zur Ermittlung von Verwandtschaftsbeziehungen von Arten (E3, E5).</li> </ul>	<p>Planspiel zur Gendrift bei „Gummibärchen“, Transfer zur Blutgruppenvererbung bei den Hutterischen Brüdern</p> <p>ethologische Sonderungen bei Salamanderpopulationen im Kottenforst</p>
<p><b>Intra- und interspezifische Wechselwirkungen von Evolution</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sexuelle Selektion und Verhalten Paarungssysteme</li> <li>• Koevolution, „Rote Königinnen“, Parasiten, Symbiosen, Immunabwehr, Konkurrenzausschlussprinzip, Kontrastbetonung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen (UF1, UF4),</li> <li>• analysieren anhand von Daten die evolutionäre Entwicklung von Sozialstrukturen (Paarungssysteme,</li> </ul>	<p>Evolutives Wettrüsten am Beispiel von Krankheitserregern und Immunabwehr. (Entwicklung als Bedingung für evolutiven Erfolg)</p> <p>Erklärungsansätze für die Entstehung sexueller Selektion anhand von Kosten – Nutzen Überlegungen. (Anisogamie) Rückgriff auf r-/ K- Konzepte</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
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evolution kooperativen Verhaltens Kin-selection, Altruismus (Hamilton)</li> </ul>	Habitatwahl) unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (E5, UF2, UF4, K4), <ul style="list-style-type: none"> <li>• wählen angemessene Medien zur Darstellung von Beispielen zur Coevolution aus und präsentieren die Beispiele (K3, UF2).</li> </ul>	Vorschläge zur Umsetzung: Evolutive Wurzeln im menschlichen Verhalten anhand von Archetypen in Sagen und Märchen. (z.B. Stiefmuttermotiv, Brautwerbung in der Sagenwelt)  Attraktivität, Schönheitsideale und Mode Diskussionsanlässe: Dawkins: „The selfish gene“
<b>Indizien für Evolution,</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Belege aus der Paläontologie, Fossilien (auch Datierungsmethoden)</li> <li>• Belege aus der Biogeographie Plattentektonik, Übergangsformen, lebende Fossilien</li> <li>• Belege aus der vergleichenden Anatomie und Morphologie, Homologiekriterien, Analogien und Konvergenz, Rudimente und Atavismen, Abwandlungsreihen,</li> <li>• Belege aus der Entwicklungsbiologie</li> <li>• Parasitologie</li> <li>• Molekularbiologie, ( molekularbiologische Datierungen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• deuten Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Merkmalen von Organismen zum Beleg konvergenter und divergenter Entwicklungen (E5, UF3),</li> <li>• beschreiben und erläutern molekulare Verfahren zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen (UF1, UF2),</li> <li>• entwickeln und erläutern Hypothesen zu phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Homologien (E3, E5, K1, K4),</li> <li>• erstellen und analysieren Stammbäume anhand von Daten zur Ermittlung von Verwandtschaftsbeziehungen von Arten (E3, E5).</li> <li>• stellen Belege für die Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie (u.a. Molekularbiologie) adressatengerecht dar (K1, K3),</li> </ul>	Rudimente bei Wirbeltieren, (Beckengürtel bei Walen,) 14C Datierungen relative Datierungen/ Biostratigraphie Cytochrom C und mtDNA Stammbäume  Exkurs Stammbaum: „Schraubologie“ ,Erstellung eines Stammbaumes anhand von morphologischen Kriterien  Rückgriff auf DNA Sequenzanalyse, genetischen Fingerabdruck  molekulare Uhr

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

Leistungsbewertung:  
ggf. Klausur

## Unterrichtsvorhaben II

**Thema / Kontext:** Meilensteine in der Entwicklung des Lebens und Evolution des Menschen

### Inhaltsfeld 6: Evolution

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Chemische Evolution
- Entstehung des Lebens
- Phylogenese
- Stammbaum der Primaten
- Hominiden - Entwicklung

#### Zeitbedarf:

ca. 6 Std. à 67,5 Minuten (Grundkurs)  
(Plus Exkursion)

ca. 12 Std. à 67,5 Minuten (Leistungskurs)

#### Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können...

- **UF3** biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen, Systematisierung
- **UF4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen (Vernetzung)
- **E3** mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten (Hypothesen)
- **E7** naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen. (Arbeits- und Denkweisen)
- **K2** zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen, (Recherche)
- **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren, (Präsentation)
- **B3** an Beispielen von Konfliktsituationen mit biologischem Hintergrund kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten, (Werte und Normen)
- **B4** begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten. (Möglichkeiten und Grenzen)

<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><b>Vom Urknall zu ersten organischen Verbindungen - Chemische Evolution -</b></p> <p>Unter welchen Bedingungen konnten erste organische Verbindungen entstehen obwohl es noch kein Leben gab?</p> <p>Abgetrennte Reaktionsräume als Voraussetzungen für die Entstehung von Leben - primitive Lipid Membranen , Micellen und Koazervate</p> <p>Die RNA Welt - Hypothese</p> <p><a href="#">Erdzeitalter und Phylogenese</a></p> <p><a href="#">Geschichte der Stammesentwicklung</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen Erklärungsmodelle für die Evolution in ihrer historischen Entwicklung und die damit verbundenen Veränderungen des Weltbildes dar (E7),</li> <li>• beschreiben die Einordnung von Lebewesen mithilfe der Systematik und der binären Nomenklatur (UF1, UF4),</li> <li>• beschreiben und erläutern molekulare Verfahren zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen (UF1, UF2),</li> <li>• erstellen und analysieren Stammbäume anhand von Daten zur Ermittlung von Verwandtschaftsbeziehungen von Arten (E3, E5).</li> <li>• analysieren molekulargenetische Daten und deuten sie mit Daten aus klassischen Datierungsmethoden im Hinblick auf die Verbreitung von Allelen und Verwandtschaftsbeziehungen von Lebewesen (E5, E6),</li> <li>•</li> </ul>	<p>Verschiedene Einzelaspekte lassen sich gut als Kurzreferate bearbeiten. Hier können neben den inhaltlichen verschiedene übergeordnete Kompetenzen erworben werden und zudem der Kurzvortrag als Simulation einer mündlichen Prüfung durchgespielt werden UF3, E6, K2,K3</p> <p>Urey - Miller Experiment</p> <p>Oparin und seine Versuche zu Koazervaten</p> <p><a href="#">RNA Welten und Hyperzyklen</a></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><b>Meet your relatives- Stammesgeschichte der Primaten und die Stellung des Menschen in der Systematik</b></p> <p>Evolution der Primaten</p> <p>Der aufrechte Gang</p> <p>Evolution des Menschen – frühe Hominiden (Australopithecinen)</p> <p>Erste Vertreter der Gattung Homo,</p> <p>Homo erectus, der erste Kosmopolit</p> <p>Out of Africa versus multiregionaler Ursprung</p> <p>Neandertaler unser Vorfahre?</p> <p>Die Kulturelle Evolution und ihre Bedingungen</p> <p>.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ordnen den modernen Menschen kriteriengeleitet den Primaten zu (UF3),</li> <li>• diskutieren wissenschaftliche Befunde (u.a. Schlüsselmerkmale) und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch-konstruktiv (K4, E7),</li> <li>• bewerten die Problematik des Rasse-Begriffs beim Menschen aus historischer und gesellschaftlicher Sicht und nehmen zum Missbrauch dieses Begriffs aus fachlicher Perspektive Stellung (B1, B3, K4).</li> <li>•</li> </ul>	<p><b>Die Grundkurse besuchen verbindlich das Neandertalmuseum und gliedern wesentliche Aspekte der Erarbeitung der Humanevolution auf diesen Exkursionstag als Blockpraktikum aus</b></p>

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

Leistungsbewertung:

- ggf. Klausur
- Referate