



**Schulinterner Lehrplan für das Fach**

# **Biologie**

**zum Kernlehrplan für die Stufe Q1 für den Leistungskurs**

### 1.1.1.1 Übersichtsraster der Unterrichtsvorhaben Neurophysiologie Leistungskurs (Q1.1)

#### Leistungskurs – Q 1.1 :

#### Inhaltsfeld 4: Neurobiologie

- **Unterrichtsvorhaben I:** Molekulare und zellbiologische Grundlagen der neuronalen Informationsverarbeitung – *Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie funktioniert es?*
- **Unterrichtsvorhaben II:** Fototransduktion – *Wie entsteht aus der Erregung durch einfallende Lichtreize ein Sinneseindruck im Gehirn?*
- **Unterrichtsvorhaben III:** 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. 25 Blöcke Std. à 90 Minuten

### 1.1.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Neurophysiologie Leistungskurs (Q1.1)

<b>Unterrichtsvorhaben I</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. 10 Blöcke à 90 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>

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>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>• Patch-Clamp-Technik</li> <li>• Aktionspotential</li> <li>• Leitungsgeschwindigkeiten</li> <li>• Saltatorische kontinuierliche Erregungsleitung und</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1).</b></li> <li>• <b>leiten aus Messdaten der Patch-Clamp-Technik Veränderungen von Ionenströmen durch Ionenkanäle ab und entwickeln dazu Modellvorstellungen (E5, E6, K4).</b></li> <li>• <b>vergleichen die Weiterleitung des Aktionspotentials an myelinisierten und nicht myelinisierten Axonen miteinander und stellen diese unter dem Aspekt der Leitungsgeschwindigkeit in einen funktionellen</b></li> </ul>	<p>Arbeitsmaterial (Film, Arbeitsblätter)</p> <p>Schaumodell zur Simulation des elektrischen und chemischen Potentials zur Einführung des Ruhepotentials</p> <p>Arbeitsblatt, Filme zu den Vorgängen am Axon während eines Aktionspotentials</p> <p>Informationstext zum Experiment von VON HELMHOLTZ zur Bestimmung der Leitungsgeschwindigkeit im Axon</p> <p>Arbeitsblätter zu elektrophysiologischen Untersuchungen von HODGKIN und HUXLEY an Riesenaxonen des <i>Loligo</i></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>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>

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
	<b>Zusammenhang (UF2, UF3, UF4).</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> <li>• endo- und exogene Stoffe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>erläutern die Verschaltung von Neuronen bei der Erregungsweiterleitung und der Verrechnung von Potentialen mit der Funktion der Synapsen auf molekularer Ebene (UF1, UF3).</b></li> <li>• <b>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).</b></li> <li>• <b>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).</b></li> </ul>	<p>Informationstexte zur neuronalen Verrechnung, und z.B. Partnerpuzzle zur zeitlichen und räumlichen Summation.</p> <p>Arbeitsblatt zu den verschiedenen Potentialarten: <a href="http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialien.php?matld=5372&amp;marker=Potentialarten">http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialien.php?matld=5372&amp;marker=Potentialarten</a></p> <p>Arbeitsblatt mit Übungsaufgaben zur neuronalen Verrechnung unter Berücksichtigung von EPSP und IPSP</p> <p>Informationstexte und Messdaten zu erregenden und hemmenden Neurotransmittern und zu Eigenschaften von Neurotransmittern</p> <p>z.B. Experiment: Simulation zur antagonistischen Arbeitsweise von Sympathikus und</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>

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>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>( siehe auch UV III zum Gehirn)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Rolle von Sympathikus und Parasympathikus bei der neuronalen und hormonellen Regelung von physiologischen Funktionen an einem Beispielen (UF4, E6, UF2, UF1).</li> </ul>	<p>Parasympathikus:</p> <p>Informationsblatt zum Sympathikus und Parasympathikus</p> <p>z.B. Legekarten zur Erstellung eines Reiz-Reaktions-Schemas:  <a href="http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialien/materialeintrag.php?matId=5365&amp;marker=Reiz">http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialeintrag.php?matId=5365&amp;marker=Reiz</a></p>	<p>Anknüpfung an Sekundarstufe I-Kenntnisse</p>

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- z.B. Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens
- z.B. Ampelabfrage
- z.B. Strukturlegetechnik

Leistungsbewertung:

- Leistungen aus dem Bereich „Sonstige Mitarbeit“
- ggf. Klausur / Kurzvortrag, Facharbeit

**Unterrichtsvorhaben II**

**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. 5 Blöcke à 90 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.

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
<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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>erläutern den Aufbau und die Funktion der Netzhaut unter den Aspekten der Farb- und Kontrastwahrnehmung (UF3, UF4).</b></li> <li>• <b>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).</b></li> </ul>	<p>Informationstext zum Aufbau eines Säugetierauges und zur Funktion der Bestandteile</p> <p>Sezieren eines Schweineauges in Einzelarbeit mit Hilfe einer Anleitung und einem Arbeitskatalog:  <a href="http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/list.php?suche=schweineauge">http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/list.php?suche=schweineauge</a></p> <p>Arbeitsblatt zum Aufbau der Netzhaut</p> <p>Informationsmaterial zu den Zapfentypen und der additiven Farbmischung</p> <p>Informationsmaterial zur Verschaltung und Verrechnung am Beispiel des HERMANNSCHEN Gitters</p> <p>Arbeitsblätter zur lateralen Inhibition</p> <p>Arbeitsblatt zur Fototransduktion z.B. Stationenlernen zum Auge mit praktischen theoretischen Anteilen</p>	<p>Zum Thema Farbensehen (z. B. Netzhaut, Zapfentypen etc.) können Referate gehalten werden.</p> <p>SuS beschreiben die Wirkung des HERMANNSCHEN Gitters und erklären dieses Phänomen unter Berücksichtigung der Verrechnung von Signalen über Rezeptortypen.</p> <p>SuS definieren den Begriff „Transduktion“ aus der Sicht der Neurobiologie und Zellbiologie im Sinne der Umwandlung eines äußeren Reizes in ein physiologisches Signal (Fototransduktion) und als Übermittlung eines Signals in eine Zelle über die Zellmembran hinweg mittels <i>second messenger</i> (Signaltransduktion).</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>• Laterale Inhibition</li> <li>• Fototransduktion</li> <li>• <i>second messenger</i></li> <li>• Reaktionskaskade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>stellen die Veränderung der Membranspannung an Lichtsinneszellen anhand von Modellen dar und beschreiben die Bedeutung des <i>second messengers</i> und der Reaktionskaskade bei der Fototransduktion (E6, E1).</b></li> </ul>		

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- z.B. Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens
- z.B. Ampelabfrage
- z.B. Strukturlegetechnik

Leistungsbewertung:

- Leistungen aus dem Bereich „Sonstige Mitarbeit“
- ggf. Klausur / Kurzvortrag, Facharbeit

## Unterrichtsvorhaben III

**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. 10 Blöcke à 90 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.

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>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>   <li>• Lernen und Gedächtnis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen Möglichkeiten und Grenzen bildgebender Verfahren zur Anatomie und zur Funktion des Gehirns (PET und fMRT) gegenüber und bringen diese mit der Erforschung von Gehirnabläufen in Verbindung (UF4, UF1, B4).</li>   <li>• stellen aktuelle Modellvorstellungen zum</li> </ul>	<p>Modell des Gehirns</p> <p>Sezieren eines Schweinehirns, Anleitung in: Unterricht Biologie 233 (1998) oder:  <a href="http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/liste.php?suche=Schweinegehirn">http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/liste.php?suche=Schweinegehirn</a></p> <p>Informationsmaterial zum Aufbau des Gehirns</p> <p>z.B. Expertenquartett 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></p> <p>z.B. zum Bau des Gehirns  z.B. Partnerpuzzle oder Referate zu verschiedenen Neuroimaging Methoden, u .a. PET und fMRT</p> <p><a href="http://www.gehirnlernen.de/gehirn/plastizit%C3%A4t/">http://www.gehirnlernen.de/gehirn/plastizit%C3%A4t/</a>  Tests zum Lernen und zum Gedächtnis:  <a href="http://braintest.sommer-">http://braintest.sommer-</a></p>	<p>- Module zum Thema „Lernen aus der Sicht der Neurobiologie“</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>• Neuronale Plastizität</li> </ul> <p>Teufelswerk oder Heilmittel? <i>Welche Chancen und Risiken birgt der Einsatz von Neuroenhancern?</i></p> <p>Oder: <i>Welche Wirkung haben Drogen auf das Gehirn?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neuroenhancer, Drogen</li> </ul>	<p>Gedächtnis auf anatomisch-physiologischer Ebene dar (K3, B1).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären den Begriff der Plastizität anhand geeigneter Modelle und leiten die Bedeutung für ein lebenslanges Lernen ab (E6, UF4).</li> <li>• recherchieren und präsentieren aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu einer degenerativen Erkrankung (K2, K3).</li> <li>• <b>leiten Wirkungen von endo- und exogenen Substanzen (u. a. von Neuroenhancern) auf die Gesundheit ab und bewerten mögliche Folgen für</b></li> </ul>	<p><a href="http://sommer.com/de/">sommer.com/de/</a> <a href="http://neuronation.spiegel.de/web/teufelswerk">http://neuronation.spiegel.de/web/teufelswerk</a></p> <p>z.B. Arbeitsmaterial 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>z.B. Internetrecherche in arbeitsteiliger Gruppenarbeit nach vorgegebenen Kriterien zum Thema „degenerative Erkrankungen“, z. B. Morbus Alzheimer, Morbus Parkinson, Creutzfeld-Jakob-Krankheit</p> <p>Informationsmaterial zum Neuro-Enhancement</p> <p>YouTube, Stichworte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neuro-Enhancement smartshow</li> <li>• Kognitive und emotionale Optimierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ausdrückbare PDF-Dateien</li> <li>- Hinweise auf Fachbücher</li> <li>- wissenschaftliche Informationen zur Plastizität des Gehirns</li> </ul> <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 oder Drogen kennen.</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
	<b>Individuum und Gesellschaft (B3, B4, B2, UF2, UF4).</b>  (siehe auch UV1)	Partnerarbeit oder Gruppenarbeit und anschließende Präsentation zu Neuroenhancern als Medikamente oder verschiedene den illegale Substanzen	Diese Kenntnisse ermöglichen es ihnen, eine eigene kritisch reflektierte Position zu beziehen.

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- z.B. Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens
- z.B. Ampelabfrage
- z.B. Strukturlegetechnik

Leistungsbewertung:

- Leistungen aus dem Bereich „Sonstige Mitarbeit“
- ggf. Klausur / Kurzvortrag, Facharbeit

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- z.B. Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens
- z.B. Ampelabfrage
- z.B. Strukturlegetechnik

Leistungsbewertung:

- Leistungen aus dem Bereich „Sonstige Mitarbeit“
- ggf. Klausur
- ggf. Facharbeit
- verschiedene Präsentationsmöglichkeiten (z.B. Stehgreif-Referate, Kurzvorträge, Powerpoint-Präsentationen etc.), Rollenspiel

**Unterrichtsvorhaben V**

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

**Inhaltsfeld 3: Genetik**

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Gentechnik
- Bioethik

**Zeitbedarf:** ca. 6 Blöcke. à 90 Minuten

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler ...

- **UF1 beschreiben molekulargenetische Werkzeuge und erläutern deren Bedeutung für gentechnische Grundoperationen**
- **E4, E2, UF1 erläutern molekulargenetische Verfahren (u.a. PCR, Gelelektrophorese) und ihre Einsatzgebiete**
- **E6, E3** begründen die Verwendung bestimmter Modellorganismen (u.a. E. coli) für bestimmte Fragestellungen genetischer Forschung
- **K1, B3** stellen mithilfe geeigneter Medien die Herstellung transgener Lebewesen dar und diskutieren ihre Verwendung

	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>K2, K3</b> recherchieren Unterschiede zwischen embryonalen und adulten Stammzellen und präsentieren diese unter Verwendung geeigneter Darstellungsformen</li><li>• <b>B3, B4</b> stellen naturwissenschaftlich-gesellschaftliche Positionen zum therapeutischen Einsatz von Stammzellen dar und beurteilen Interessen sowie Folgen ethisch</li><li>• <b>B1</b> können fachliche, wirtschaftlich-politische und moralische Kriterien bei Bewertungen von biologischen und biotechnischen Sachverhalten unterscheiden und angeben.</li><li>• <b>B4</b> können begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.</li><li>• <b>B1, B3</b> geben die Bedeutung von DNA-Chips an und beurteilen Chancen und Risiken</li></ul>
--	---

## Leistungskurs – Q 1.2:

### Inhaltsfeld 3: Genetik

- **Unterrichtsvorhaben IV:** Humangenetische Beratung – *Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf?*
- **Unterrichtsvorhaben V:** Modellvorstellungen zur Proteinbiosynthese – *Wie steuern Gene die Ausprägung von Merkmalen, welche regulatorischen Proteine und Prozesse kontrollieren die Genexpression und welche Konsequenzen haben Veränderungen der genetischen Struktur für einen Organismus?*
- **Unterrichtsvorhaben VI:** Gentechnologie heute – *Welche Chancen und welche Risiken bestehen?*

### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Chromosomen
- Meiose / Rekombination
- Analyse von Familienstammbäumen
- Proteinbiosynthese
- Genregulation
- Gentechnik
- Bioethik



## **Basiskonzepte:**

### **System**

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

### **Struktur und Funktion**

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

### **Entwicklung**

Transgener Organismus, Synthetischer Organismus, Epigenese, Zelldifferenzierung, Meiose

**Zeitbedarf:** ca. 38 Blöcke à 90 Minuten

### 1.1.1.3 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Genetik Leistungskurs (Q1.2)

<b>Unterrichtsvorhaben IV</b>	
<b>Thema/Kontext:</b> Humangenetische Beratung – <i>Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf?</i>	
<b>Inhaltsfeld 3:</b> Genetik	
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Meiose / Rekombination</li><li>• Analyse von Familienstammbäumen</li><li>• Bioethik</li></ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 13 Blöcke à 90 Minuten</p>	<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>UF4</b> erläutern die Grundprinzipien der inter- und intrachromosomalen Rekombination (Reduktion und Neukombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung.</li><li>• <b>E1, E3, E5, UF4, K4</b> 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.</li><li>• <b>UF1, UF4</b> ermitteln die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp (u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten).</li><li>• <b>K2, K1, K3, K4</b> recherchieren Informationen zu humangenetischen Fragestellungen (u.a. genetisch bedingten Krankheiten), schätzen die Relevanz und Zuverlässigkeit der Informationen ein und fassen die Ergebnisse strukturiert zusammen.</li><li>• <b>K2, K3</b> recherchieren Unterschiede zwischen embryonalen und adulten Stammzellen und präsentieren diese unter Verwendung geeigneter Darstellungsformen.</li><li>• <b>B3, B4</b> stellen naturwissenschaftlich-gesellschaftliche Positionen zum therapeutischen Einsatz von Stammzellen dar und beurteilen Interessen sowie Folgen ethisch.</li></ul>

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>Einstieg über genetisch bedingte Krankheiten</p> <p>Reaktivierung des SI-Wissens</p> <p>Individualentwicklung von der Zygote bis zum Erwachsenen - Ontogenie</p>		<p>Poster „menschlicher Entwicklungszyklus“</p> <p><i>advance organizer</i></p> <p><a href="https://www.bpb.de/lernen/grafstat/148853/advance-organizer">https://www.bpb.de/lernen/grafstat/148853/advance-organizer</a></p> <p>Karyogramm</p> <p>Film (FWU): Chromosomen des Menschen – Erbkrankheiten und Karyogramm</p> <p>Sequenz: Das Karyogramm des Menschen</p>	<p>SI-Wissen wird reaktiviert.</p> <p>Die Bundeszentrale für politische Bildung bietet didaktische Hinweise zum Einsatz der Methode an.</p> <p>Zur Veranschaulichung von Haploidie und Diploidie sowie zur Geschlechtsbestimmung wird ein Karyogramm analysiert.</p>
<p><i>Wie werden die Keimzellen gebildet und welche Unterschiede gibt es bei Mann und Frau?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Meiose</li> <li>• Spermatogenese / Oogenese</li> </ul>	<p>erklären die Auswirkungen verschiedener Chromosomen- und Genommutationen auf den Phänotyp (UF1, UF4)</p>	<p>Modell: Pfeifenreiniger, Knetgummi oder andere Materialien</p> <p>Stop-Motion-Film zur Meiose</p> <p><a href="http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialien/materialeintrag.php?matId=4876&amp;marker=meiose">http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialien/materialeintrag.php?matId=4876&amp;marker=meiose</a></p>	<p>Zentrale Aspekte der Meiose werden selbstständig wiederholt bzw. neu erarbeitet.</p>

<p><i>Wie entsteht genetische Vielfalt?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inter- und intrachromosomale Rekombination</li> <li>• Genom- und Chromosomenmutationen</li> <li>• Pränataldiagnostik</li> </ul>	<p>erläutern die Grundprinzipien der inter- und intrachromosomalen Rekombination (Reduktion und Neukombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung (UF4)</p> <p>recherchieren Informationen zu humangenetischen Fragestellungen (u.a. genetisch bedingten Krankheiten), schätzen die Relevanz und Zuverlässigkeit der Informationen ein und fassen die Ergebnisse strukturiert zusammen (K2, K1, K3, K4)</p>	<p>Film (FWU): Die Zelle: Reifeteilung – Meiose</p> <p>Selbstlernplattform von Mallig: <a href="http://www.mallig.eduvinet.de/bio/Repetito/Meiose1.html">http://www.mallig.eduvinet.de/bio/Repetito/Meiose1.html</a></p>	<p>Theoretisch mögliche Rekombinationen werden ermittelt.</p>
<p><i>Welcher Zusammenhang besteht zwischen Vererbungsmustern und genetisch bedingten Krankheiten und welche Folgen ergeben sich daraus für die folgenden Generationen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erbgänge / Vererbungsmodi <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ein-Faktoren-Analyse (autosomal-dominant / autosomal-rezessiv / X-chromosomal-dominant / X-chromosomal-rezessiv)</li> <li>- Zwei-Faktoren-Analyse (Stammbaum mit/ohne Kopplung, Stammbaum mit crossing over)</li> </ul> </li> </ul>	<p>formulieren bei der Stammbaumanalyse Hypothesen zum Vererbungsmodus genetisch bedingter Merkmale (X-chromosomal, autosomal, Zwei-Faktoren-Analyse, Kopplung, Crossing-over) und begründen die Hypothesen mit vorhandenen Daten auf der Grundlage der Meiose (E1, E3, E5, UF4, K4).</p>	<p>Checkliste zum methodischen Vorgehen bei einer Stammbaumanalyse</p> <p>Selbstlernplattform von Mallig: <a href="http://www.mallig.eduvinet.de/bio/Repetito/Banaly1.html">http://www.mallig.eduvinet.de/bio/Repetito/Banaly1.html</a></p>	<p>Die Auswertung von humangenetischen Stammbäumen wird im Unterricht an mehreren Beispielen geübt.</p> <p>z.B. Rot-Grün-Blindheit, Albinismus, Vielfingrigkeit, Kurz fingrigkeit, Ohrmuschelbehaarung, Hämophilie, Nachtblindheit, Mondscheinkinder, Mukoviszidose, Chorea Huntington</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Genetisch bedingte Krankheiten, z.B. <ul style="list-style-type: none"> <li>Mukoviszidose (Cystische Fibrose): autosomal rezessiv</li> <li>Muskeldystrophie Duchenne: x-chromosomal rezessiv</li> <li>Chorea Huntington: autosomal dominant</li> </ul> </li> </ul>	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).		Zweifaktorenanalyse, Kopplung  Prognosen zur Wahrscheinlichkeit des Auftretens genetisch bedingter Krankheiten werden aufgestellt und als Entscheidungshilfe für einen möglichen Kinderwunsch genutzt.
<p><i>Welche therapeutischen Ansätze ergeben sich aus der Stammzellenforschung?</i></p> <p>Stammzellforschung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einsatz von Stammzellen</li> <li>naturwissenschaftliche/gesellschaftliche Positionen zum therapeutischen Einsatz von Stammzellen</li> </ul>	recherchieren Unterschiede zwischen embryonalen und adulten Stammzellen und präsentieren diese unter Verwendung geeigneter Darstellungsformen (K2, K3)  stellen naturwissenschaftlich-gesellschaftliche Positionen zum therapeutischen Einsatz von Stammzellen dar und bewerten Interessen sowie Folgen ethisch (B3, B4).	Recherche zu embryonalen und adulten Stammzellen und damit verbundenen therapeutischen Ansätzen in unterschiedlichen, von der Lehrkraft ausgewählten Quellen  Checkliste: Welche Quelle ist neutral und welche nicht? Mögliche Checkliste zur Bewertung von Internetquellen für Schülerinnen und Schüler: <a href="http://guentherneumann.de/Handreichungen/Recherche_2.pdf">http://guentherneumann.de/Handreichungen/Recherche_2.pdf</a>  Checkliste: richtiges Zitieren aus Internetquellen und Fachliteratur Zitiermerkblatt der Universität Bielefeld: <a href="http://www.uni-bielefeld.de/erziehungswissenschaft/app/dokumente/ZitiermerkblattStad10.pdf">http://www.uni-bielefeld.de/erziehungswissenschaft/app/dokumente/ZitiermerkblattStad10.pdf</a>	Recherche und Präsentation: Entwicklungsmöglichkeiten von embryonalen und adulten Stammzellen  Objektive und subjektive, ggf. manipulative Quellen werden kriteriengeleitet mithilfe von Checklisten reflektiert.  Am Beispiel des Themas „Dürfen Embryonen als Forschungsmaterial verwendet werden, um Krankheiten

		<p>Dilemma-Methode          Google, Stichworte: Dilemma-Methode im Unterricht          Arbeitsblatt zu einer Dilemma-Methode zur ethischen Urteilsbildung</p> <p>Stufenmodell ethischer Urteilsbildung nach Tödt:  <a href="http://www.biosicherheit.de/pdf/schule/kopiervorl_ethik.pdf">http://www.biosicherheit.de/pdf/schule/kopiervorl_ethik.pdf</a></p>	<p>zu heilen?“ kann die Methode einer Dilemma-Diskussion durchgeführt und als Methode reflektiert werden.</p> <p>schrittweise Erarbeitung und Hilfen zur eigenen Urteilsbildung auf ethischer Grundlage</p>
--	--	--	---

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- z.B. Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens
- z.B. Ampelabfrage

Leistungsbewertung:

- Leistungen aus dem Bereich „Sonstige Mitarbeit“
- ggf. Klausur/Kurzvortrag
- ggf. Facharbeit

## Unterrichtsvorhaben V

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

### Inhaltsfeld 3: Genetik

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Proteinbiosynthese
- Genregulation
- Epigenetik

**Zeitbedarf:** ca. 15 Blöcke à 90 Minuten

#### Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler ...

- **E7** reflektieren und erläutern den Wandel des Genbegriffes.
- **E3, E4, E5** erläutern wissenschaftliche Experimente zur Aufklärung der Proteinbiosynthese, generieren Hypothesen auf der Grundlage der Versuchspläne und interpretieren die Versuchsergebnisse.
- **UF1, UF3** vergleichen die molekularen Abläufe in der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten.
- **UF1, UF4** erläutern die Bedeutung der Transkriptionsfaktoren für die Regulation von Zellstoffwechsel und Entwicklung.
- **E1, E3, E4** benennen Fragestellungen und stellen Hypothesen zur Entschlüsselung des genetischen Codes auf und erläutern klassische Experimente zur Entwicklung der Code-Sonne.
- **UF1, UF2** erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Genmutationen.
- **E2, E5, E6** erläutern und entwickeln Modellvorstellungen auf der Grundlage von Experimenten zur Aufklärung der Genregulation bei Prokaryoten.
- **E6, UF1, UF3, UF4** erklären mithilfe eines Modells die Wechselwirkung von Proto-Onkogenen und Tumor-Suppressorgenen auf die Regulation des Zellzyklus und erklären die Folgen von Mutationen in diesen Genen.
- **E6, E3** begründen die Verwendung bestimmter Modellorganismen (u.a. E. coli) für bestimmter Fragestellungen genetischer Forschung.
- **E6** erklären mithilfe von Modellen genregulatorische Vorgänge bei Eukaryoten.
- **E6** erläutern epigenetische Modelle zur Regulation des Zellstoffwechsels und leiten Konsequenzen für den Organismus ab.

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
<p><i>Wie entstand und veränderte sich der Genbegriff im Laufe der Zeit?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historie und Wandel des Genbegriffs</li> </ul>	<p>reflektieren und erläutern den Wandel des Genbegriffs (E7).</p>	<p>Skript der Universität Hohenheim: <a href="https://typo3-ab-info.uni-hohenheim.de/uploads/media/zus_preiss_genetik_01.pdf">https://typo3-ab-info.uni-hohenheim.de/uploads/media/zus_preiss_genetik_01.pdf</a></p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler stellen wichtige Stationen zum Genbegriff anhand eines Zeitstrahls dar.</p>
<p><i>Wie beeinflussen Gene Reaktionsschritte und welche Folgen ergeben sich daraus?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Genwirkkette</li> <li>• Ein-Gen-Ein-Polypeptid-Hypothese</li> </ul> <p><i>Wie steuern Gene die Ausprägung von Merkmalen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proteinbiosynthese <ul style="list-style-type: none"> <li>- Transkription</li> <li>- Bedeutung der Transkriptionsfaktoren</li> <li>- Translation (auch genetischer Code)</li> </ul> </li> <li>• Vergleich der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten</li> </ul>	<p>erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromosomen- und Genommutationen auf den Phänotyp (u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4).</p> <p>vergleichen die molekularbiologischen Abläufe in der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten (UF1, UF3).</p> <p>erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Mutationstypen (UF1, UF2).</p>	<p>evtl. arbeitsteilige Gruppenarbeit und Präsentationen zu weiteren Genwirkketten</p> <p>Schematische Darstellungen der an der Proteinbiosynthese beteiligten Organellen und Moleküle in einer Zelle unter Berücksichtigung des Vergleichs der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten</p> <p>Film (FWU): Grundlagen der Genetik</p>	<p>mögliche Erarbeitung der Genwirkkette an den Versuchen von BEADLE und TATUM</p> <p>Genwirkketten können an den Beispielen Albinismus, Kretinismus, Alkaptonurie und PKU dargestellt werden.</p> <p>Der Aufbau und die Funktion der DNA (Einführungsphase, Inhaltsfeld 1: Biologie der Zelle) werden kurz wiederholt.</p> <p>Hinweis: Transkriptionsfaktoren können auch später im Zusammenhang mit der Genregulation bei Eukaryoten thematisiert werden.</p>



<p><i>Wie wurde der genetische Code entschlüsselt?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Genetischer Code</li> <li>- Erforschung (wissenschaftliche Experimente zur Aufklärung)</li> <li>- Eigenschaften</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 Mutationstypen (UF1, UF2).</p> <p>begründen die Verwendung bestimmter Modellorganismen (u.a. E. coli) für besondere Fragestellungen genetischer Forschung (E6, E3).</p>	<p>Historische Experimente zur Entschlüsselung des genetischen Codes</p> <p>Poly-U-Modellexperiment von NIRENBERG und MATTHAEI (1961) – Triplettestest zur Zuordnung eines Basentriplets zu einer Aminosäure (UUU – Phenylalanin)</p> <p><a href="http://www.ngfn.de/index.php/von_der_erbinformation_zum_protein.html">http://www.ngfn.de/index.php/von_der_erbinformation_zum_protein.html</a></p>	<p>Anhand des NIRENBERG-Versuchs kann der Weg der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung mit Hilfe von Leitfragen nachvollzogen werden, z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Benennen der zugrundeliegenden Forschungsfragen von NIRENBERG und MATTHAEI</li> <li>• Entwickeln der entsprechenden Hypothesen</li> <li>• Überprüfen der Hypothesen</li> <li>• Ermittlung der Codierungen mit Hilfe des genetischen Codes</li> <li>• Zusammenfassen der Ergebnisse</li> </ul> <p>Anwendung der Code-Sonne und Ermittlung der Eigenschaften des genetischen Codes in Gruppenarbeit</p>
--	---	--	---

<p><i>Wie wirken sich Veränderungen im genetischen Code aus?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mutagene</li> <li>• Onkogene</li> <li>• Auswirkungen und Reparatur von Mutationen</li> <li>• Genwirkketten</li> </ul>	<p>erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Mutationstypen (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>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>Material: DNA-Sequenzen, Code-Sonne</p> <p><a href="http://www.wissenschaft-schulen.de/alias/material/impfen-gegen-krebs-ist-krebs-ansteckend/1051409">http://www.wissenschaft-schulen.de/alias/material/impfen-gegen-krebs-ist-krebs-ansteckend/1051409</a></p> <p>Informationsmaterial zu DNA-Reparaturmechanismen und zum Selbstschutz der Zelle</p>	<p>DNA-Sequenzen zu bereits bekannten genetisch bedingten Krankheiten werden im Hinblick auf zugrundeliegende Mutationen und deren Auswirkungen auf den Stoffwechsel analysiert.</p> <p>Kritische Reflexion des eigenen Verhaltens im Hinblick auf vermeidbare Mutagene</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten sich Kenntnisse zu Modellvorstellungen zur Entstehung von Krebs.</p>
<p><i>Wie wird die Bildung von Proteinen bei Prokaryoten reguliert?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lac-Operon</li> <li>• Trp-Operon</li> <li>• Bakterien als Modellorganismen</li> <li>- kurze Generationszeit</li> <li>- problemloses Initiieren von Mutationen</li> <li>- Integration von neuen Genen</li> </ul>	<p>erläutern und entwickeln Modellvorstellungen auf der Grundlage von Experimenten zur Aufklärung der Genregulation bei Prokaryoten (E2, E5, E6).</p> <p>begründen die Verwendung bestimmter Modellorganismen (u.a. E. coli) für besondere Fragestellungen genetischer Forschung (E6, E3).</p>	<p>Checkliste für die Auswertung von Diagrammen</p> <p>Kurvendiagramme zum Bakterienwachstum auf Glucose und Lactose und Funktionsmodell zur Genregulation durch Substratinduktion</p> <p>Kurvendiagramm zum Bakterienwachstum auf Tryptophan zur Genregulation durch Endproduktrepression</p>	<p>Die Beschreibung und Auswertung von Diagrammen wird anknüpfend an die EF wiederholt.</p> <p>Methodenreflexion zu Diagrammformen</p>

<p>- direkte phänotypische Ausprägung der Veränderung</p> <p><i>Wie wird die Bildung von Proteinen bei Eukaryoten reguliert?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transkriptionsfaktoren</li> <li>• RNA-Interferenz</li> </ul>	<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><a href="http://www.spektrum.de/lexikon/biologie/modellorganismen/43448">http://www.spektrum.de/lexikon/biologie/modellorganismen/43448</a></p> <p>Youtube, Stichwort: RNA-Interferenz</p>	<p>Rückgriff auf Fehlregulationen, z.B. p53 und ras</p> <p>Hinweis: Das Silencer- und Enhancer-Prinzip über Transkriptionsfaktoren werden hier beschrieben. Die Benennung der Transkriptionsfaktoren ist nicht erforderlich.</p>
<p><i>Wie wirkt sich die Umwelt auf die Aktivierung von Genen aus?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Epigenetik</li> <li>- DNA-Methylierung</li> <li>- Histon-Acetylierung</li> <li>- RNA-Interferenz</li> </ul>	<p>erläutern epigenetische Modelle zur Regelung des Zellstoffwechsels und leiten Konsequenzen für den Organismus ab (E6).</p>	<p>Max-Planck-Institut: <a href="http://www.max-wissen.de/public/downloads/Unterrichtsverlauf_BioMax_23">http://www.max-wissen.de/public/downloads/Unterrichtsverlauf_BioMax_23</a></p> <p>Material zur DNA-Methylierung und Histon-Acetylierung als Beispiele für epigenetische Regulationsmechanismen</p> <p>Beispielorganismen wie Biene (Königin, Arbeiterin) und Mäuse</p> <p>Artikel zur Epigenetik vom Max-Planck-Institut: <a href="http://www.max-wissen.de/public/downloads/maxhft5540">http://www.max-wissen.de/public/downloads/maxhft5540</a></p>	<p>Das Max-Planck-Institut bietet zum Epigenom zwei Unterrichtsstunden mit Verlaufsplan an.</p>

<p><u>Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• z. B. Vorwissens- und Verknüpfungstest</li><li>• z. B. Kriteriengeleitetes Rollenspiel zur Überprüfung der Kenntnisse zur Substratinduktion und Endproduktrepression</li></ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• ggf. Klausur</li><li>• ggf. Facharbeit (siehe: Leitfaden zur Themenvergabe und Bewertungskriterien für Facharbeiten im Fach Biologie)</li><li>• verschiedene Präsentationsmöglichkeiten (z.B. Stehgreif-Referate, Kurzvorträge, Powerpoint-Präsentationen, Prezi etc.), Rollenspiel</li></ul>			

## Unterrichtsvorhaben VI

**Thema/Kontext:** Gentechnologie heute – *Welche Chancen und welche Risiken bestehen?*

### Inhaltsfeld 3: Genetik

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Gentechnologie
- Bioethik

**Zeitbedarf:** ca. 10 Blöcke à 90 Minuten

#### Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler ...

- **K2** können zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen.
- **UF1 beschreiben molekulargenetische Werkzeuge und erläutern deren Bedeutung für gentechnische Grundoperationen.**
- **E4, E2, UF1 erläutern molekulargenetische Verfahren (u.a. PCR, Gelelektrophorese) und ihre Einsatzgebiete.**
- **K1, K3, B3** stellen mithilfe geeigneter Medien die Herstellung transgener Lebewesen dar und diskutieren ihre Verwendung.
- **B1, B3** geben die Bedeutung von DNA-Chips und Hochdurchsatz-Sequenzierung an und bewerten Chancen und Risiken.
- **B3, B4** beschreiben aktuelle Entwicklungen in der Biotechnologie bis hin zum Aufbau von synthetischen Organismen in ihren Konsequenzen für unterschiedliche Einsatzziele und bewerten sie.

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><i>Wie werden DNA-Sequenzen amplifiziert und geordnet?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PCR</li> <li>• DNA-Sequenzierung</li> <li>• Gelelektrophorese</li> </ul> <p><i>Wie kann die DNA typisiert werden?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Genetischer Fingerabdruck</li> </ul>	<p>erläutern molekulargenetische Verfahren (u.a. PCR, Gelelektrophorese) und ihre Einsatzgebiete (E4, E2, UF1).</p>	<p>Flash-Animation zur PCR: <a href="http://www.maxanim.com/genetics/PCR/PCR.htm">http://www.maxanim.com/genetics/PCR/PCR.htm</a></p> <p>Youtube: PCR-Song</p> <p>Informationstexte zum genetischen Fingerabdruck</p> <p>Youtube: Stichworte: genetischer Fingerabdruck – Täter</p>	<p>Exkursion in ein Schülerlabor zur praktischen Durchführung von Isolation, Restriktion und Gelelektrophorese</p> <p>Die Animation kann nach Bearbeitung des Themas von Schülerinnen und Schülern vertont werden.</p> <p>Die PCR und die DNA-Replikation werden tabellarisch miteinander verglichen.</p>
<p><i>Wie können Gene identifiziert und ihre Aktivität gemessen werden?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DNA-Chips (engl. DNA-Microarray)</li> </ul>	<p>geben die Bedeutung von DNA-Chips und Hochdurchsatz-Sequenzierung an und bewerten Chancen und Risiken (B1, B3)</p>	<p>Dilemma-Methode</p> <p>Landesbildungsserver Baden-Württemberg: <a href="http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/biologie/material/zelle/dna1/">http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/biologie/material/zelle/dna1/</a></p>	<p>An einem ausgewählten Beispiel (Chancen und Risiken von DNA-Chips, Chancen und Risiken von transgenen Lebewesen) kann die Dilemmamethode durchgeführt werden.</p>
<p><i>Wie kann das Erbgut gezielt verändert werden?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gentechnik</li> </ul>	<p>beschreiben molekulargenetische Werkzeuge und erläutern deren Bedeutung für gentechnische Grundoperationen (UF1).</p>	<p>Lernumgebung GloFish: <a href="http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialien/materialien.php?matId=3402&amp;marker=glofish">http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialien/materialien.php?matId=3402&amp;marker=glofish</a></p> <p><i>concept map</i></p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten z. B. am Beispiel des rot oder grün leuchtenden Zebrafisches gentechnische Grundoperationen.</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
			Die Schülerinnen und Schüler erstellen concept maps aus Begriffslisten (s. GloFish).
<p><i>Wie werden gentechnisch veränderte Organismen hergestellt und welche Bedeutung haben sie für den Menschen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Herstellung und Einsatz transgener Lebewesen</li> </ul>	<p>stellen mithilfe geeigneter Medien die Herstellung transgener Lebewesen dar und diskutieren ihre Verwendung (K1, B3).</p> <p>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>Lernumgebung GloFish oder andere gentechnisch veränderte Organismen</p> <p>Medien nach Ermessen der Schüler/innen</p> <p>Präsentation der Techniken und anschließende Diskussion</p> <p>Methodische Hinweise der Bundeszentrale für politische Bildung  <a href="http://www.bpb.de/lernen/formate/methoden/46892/pro-contra-debatte">http://www.bpb.de/lernen/formate/methoden/46892/pro-contra-debatte</a></p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler stellen die Herstellung ausgewählter transgener Organismen dar. Darauf folgt eine kriteriengeleitete Pro- und Contra-Diskussion über deren Verwendung. Abschließend sollen die Schülerinnen und Schüler zu einer Bewertung gelangen.</p>

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- z.B. Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe
- z.B. Ampelabfrage
- z.B. Strukturlegetechnik
- z.B. pro-/contra-Diskussion

Leistungsbewertung:

- Leistungen aus dem Bereich „Sonstige Mitarbeit“
- ggf. Klausur/Kurzvortrag
- ggf. Facharbeit