

**Schulinterner Kernlehrplan (G8)  
Porta Westfalica  
für die gymnasiale Oberstufe  
Qualifikationsphase**

**Biologie**

# Inhalt

|  | Seite     |
|--|-----------|
| <b>1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit</b>                     | <b>4</b>  |
| <b>2 Inhaltsfeld Neurobiologie</b>                                   | <b>5</b>  |
| 2.1 Übersichtsraster   | 5         |
| 2.1.1 <i>Qualifikationsphase: Grundkurs</i>                          | 5         |
| 2.1.2 <i>Qualifikationsphase: Leistungskurs</i>                      | 6         |
| 2.2 Mögliche konkretisierte Unterrichtsvorhaben                      | 8         |
| <b>3 Inhaltsfeld Genetik</b>   | <b>12</b> |
| 3.1 Übersichtsraster   | 12        |
| 3.1.1 <i>Qualifikationsphase: Grundkurs</i>                          | 12        |
| 3.1.2 <i>Qualifikationsphase: Leistungskurs</i>                      | 13        |
| 3.2 Mögliche konkretisierte Unterrichtsvorhaben                      | 14        |
| <b>4 Inhaltsfeld Ökologie</b>  | <b>19</b> |
| 4.1 Übersichtsraster   | 19        |
| 4.1.1 <i>Qualifikationsphase: Grundkurs</i>                          | 19        |
| 4.1.2 <i>Qualifikationsphase: Leistungskurs</i>                      | 20        |
| 4.2 Mögliche konkretisierte Unterrichtsvorhaben                      | 21        |
| <b>5 Inhaltsfeld Evolution</b>                                       | <b>26</b> |
| 5.1 Übersichtsraster   | 26        |
| 5.1.1 <i>Qualifikationsphase: Grundkurs</i>                          | 26        |
| 5.1.2 <i>Qualifikationsphase: Leistungskurs</i>                      | 27        |
| 5.2 Mögliche konkretisierte Unterrichtsvorhaben                      | 28        |
| <b>6 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit</b> | <b>32</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>8 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung</b>   | <b>33</b> |
| <b>7 Lehr- und Lernmittel</b>   | <b>37</b> |
| <b>8 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen</b> | <b>39</b> |
| <b>9 Qualitätssicherung und Evaluation</b>                            | <b>40</b> |

## 1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

### Die Fachgruppe Biologie am Städtischen Gymnasium Porta Westfalica

Das Städtisches Gymnasium Porta Westfalica ist ein Gymnasium mit ca. 900 Schülerinnen und Schüler.

Das Fach Biologie ist in der Einführungsphase in der Regel mit 3 – 4 Grundkursen vertreten. In der Qualifikationsphase können auf Grund der Schülerwahlen in der Regel 2 - 3 Grundkurse und ein bis zwei Leistungskurse gebildet werden.

Die Verteilung der Wochenstundenzahlen in der Sekundarstufe I und II ist wie folgt:

| Jg. | Fachunterricht in der EF und in der QPH |
|-----|---|
| 10  | BI (3)                                  |
| 11  | BI (3/5)                                |
| 12  | BI (3/5)                                |

Die Schule ist seit 2012 im offenen Ganztage. In der Schule sind die Unterrichtseinheiten als Doppelstunden oder als Einzelstunden (45 Minuten) organisiert. Für den Unterricht in Biologie stehen 3 Fachräume zur Verfügung, in denen auch in Schülerübungen experimentell gearbeitet werden kann. Das Schulgelände und der angrenzende Wald bieten für ökologische Themen viele Nutzungsmöglichkeiten. Für Gruppen- und Einzelarbeit kann ein zusätzlicher kleinerer Arbeitsraum genutzt werden. Dort sind jeweils eine Vielzahl von Arbeitsbüchern für die Oberstufe vorhanden; von den Schülerinnen und Schülern der SII können zudem Fachzeitschriften genutzt werden. Ein Laborraum steht für die Vorbereitung und Durchführung von Versuchen zur Verfügung.

Um den Unterricht darüber hinaus anschaulich und methodisch abwechslungsreich zu gestalten, steht die gut ausgestattete Biologiesammlung zur Verfügung. Sie umfasst in ausreichender Anzahl regelmäßig gewartete Lichtmikroskope bzw. Binokulare, eine Vielzahl von Anschauungsmaterialien, zahlreiche (Funktions-) Modelle, einen umfangreichen Bestand an Lehrfilmen und Folien und eine kleine Fachbibliothek. Der Bestand wird kontinuierlich erweitert.

Im Eingangsbereich befindet sich das Selbstlernzentrum, in dem internetfähige Computer stehen, die für Rechercheaufträge genutzt werden können.

Für größere Projekte stehen auch drei Informatikräume zur Verfügung, die im Vorfeld reserviert werden müssen. Außerdem ist die webbasierte Lern- und Arbeitsplattform „Moodle“ eingerichtet. In nahezu allen Unterrichtsvorhaben besteht die Möglichkeit, kooperativ fördernde Lernformen zu nutzen. Außerdem wird auf einen sprachsensiblen Fachunterricht besonders Wert gelegt.

## **2 Inhaltsfeld Neurobiologie**

### **2.1 Übersichtsraster**

#### **2.1.1 Qualifikationsphase: Grundkurs**

- **Unterrichtsvorhaben IV:** Molekulare und zellbiologische Grundlagen der Informationsverarbeitung und Wahrnehmung – *Wie wird aus einer durch einen Reiz ausgelösten Erregung eine Wahrnehmung?*
- **Unterrichtsvorhaben V:** Lernen und Gedächtnis – *Wie muss ich mich verhalten, um Abiturstoff am besten zu lernen und zu behalten?*

| Inhaltliche Schwerpunkte   | Vorschläge für mögliche Kontexte                  |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktion von Neuronen</li> <li>• Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung</li> <li>• Plastizität und Lernen</li> </ul>  | <p>Nervengifte<br/>Gedächtnis und Wahrnehmung</p> |
| <p><b>Basiskonzept System</b><br/>Neuron, Membran, Ionenkanal, Synapse, Gehirn, Rezeptor</p> <p><b>Basiskonzept Struktur und Funktion</b><br/>Neuron, Natrium-Kalium-Pumpe, Potentiale, Amplituden- und Frequenzmodulation, Synapse, Neurotransmitter, Hormon, second messenger, Sympathicus, Parasympathicus</p> <p><b>Basiskonzept Entwicklung</b><br/>Neuronale Plastizität</p> |   |

### 2.1.2 Qualifikationsphase: Leistungskurs

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

| Inhaltliche Schwerpunkte   | Vorschläge für mögliche Kontexte                             |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktion von Neuronen</li> <li>• Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung</li> <li>• Leistungen der Netzhaut</li> <li>• Plastizität und Lernen</li> <li>• Methoden der Neurobiologie</li> </ul>   | <p>Nervengifte<br/> Auge<br/> Gedächtnis und Wahrnehmung</p> |
| <p><b>Basiskonzept System</b><br/> Neuron, Membran, Ionenkanal, Synapse, Gehirn, Netzhaut, Fototransduktion, Farbwahrnehmung, Kontrastwahrnehmung</p> <p><b>Basiskonzept Struktur und Funktion</b><br/> Neuron, Natrium-Kalium-Pumpe, Potentiale, Amplituden- und Frequenzmodulation, Synapse, Neurotransmitter, Hormon, second messenger, Reaktionskaskade, Fototransduktion, Sympathicus, Parasympathicus, Neuroenhancer</p> <p><b>Basiskonzept Entwicklung</b><br/> Neuronale Plastizität</p> |  |

## 2.2 Mögliche konkretisierte Unterrichtsvorhaben

| <b>Mögliche didaktische Leitfragen/<br/>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte / Kontexte</b><br><br><i>Zusätzliche Inhalte im LK sind kursiv</i>  | <b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzenerwartungen:</b><br><br>Die Schülerinnen und Schüler können ...   | <b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b><br><br><i>LK-Kompetenzen sind kursiv dargestellt:</i><br><br>Die Schülerinnen und Schüler ...   | <b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der Absprachen der Fachkonferenz</b>   |
|--|---|--|---|
| <b>Neuronen verarbeiten Informationen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau und Funktion von Nervenzellen</li> <li>• Elektrophysiologische Untersuchungsverfahren</li> <li>• Erregungsbildung (Ruhe- und Aktionspotential)</li> <li>• Erregungsleitung</li> <li>• Erregungsübertragung an Synapsen</li> </ul><br>Zeitbedarf: LK ca. 19 Std.<br>GK ca. 14 Std. | UF1: biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.<br><br>UF2: zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden.<br><br>UF3: biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen.<br><br>E2: Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern.<br><br>E5: Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und | beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1).<br><br>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).<br><br><i>leiten aus Messdaten der Patch-Clamp-Technik Veränderungen von Ionenströmen durch Ionenkanäle ab und entwickeln dazu Modellvorstellungen (E5, E6, K4).</i><br><br>erklären die Weiterleitung des Aktionspotentials an myelinisierten Axonen (UF1).<br><i>vergleichen die Weiterleitung des Aktionspotentials an myelinisierten und nicht myelinisierten Axonen miteinander und stellen diese unter dem Aspekt der</i> | Erarbeitung: Allgemeine Übersicht über die verschiedenen Abschnitte<br><br>Besprechung des Versuchsaufbaus zur Ableitung an einem Riesenaxon<br>Erarbeitung der Grundlagen der Bioelektrizität, der Entstehung und Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials und der Eigenschaften und Entstehung des Aktionspotenzials Modellversuch zum Gleichgewichtspotenzial<br><br><i>Erarbeitung der Patch-Clamp-Methode, Auswertung und Deutung von Messergebnissen mithilfe der Kenntnisse zum Membranbau</i><br><br>Erarbeitung der saltatorischen Erregungsleitung<br><i>(Vergleich der Leitungsgeschwindigkeiten verschiedener Axone: Erklärung aufgrund der passiven/ kontinuierlichen und saltatorischen Erregungsleitung)</i> |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  | <p>Ergebnisse verallgemeinern.</p> <p>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.</p> <p>B3: an Beispielen von Konfliktsituationen mit biologischem Hintergrund kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten.</p> <p>B4: begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.</p> <p><b>nur LK:</b><br/> <i>K4: sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.</i></p> | <p><i>Leitungsgeschwindigkeit in einen funktionellen Zusammenhang (UF2, UF3, UF4)].</i></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>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>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>erklären Wirkungen von exogenen Substanzen auf den Körper und bewerten mögliche Folgen für Individuum und Gesellschaft (B3, B4, B2, UF4).<br/> <i>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)].</i></p> | <p>Erarbeitung der Vorgänge bei der Erregungsübertragung an Synapsen</p> <p>Erläuterung der Vorgänge an erregenden und hemmenden Synapsen und deren Verrechnung</p> <p>Darstellung der Wirkung von Stoffen an verschiedenen Angriffspunkten im Nervensystem</p> <p>Darstellung der Wirkungen und Folgen von Drogenkonsum bzw. Medikamenteneinnahme</p> |
| <p><b>Unsere Augen – die Fenster zur Welt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reizwandlung und Verstärkung in Rezeptoren</li> <li>• Aufbau [des Auges (Wdh.) und] der Netzhaut</li> <li>• Bildverarbeitung in der Netzhaut</li> <li>• Vom Reiz zur Wahrnehmung</li> </ul> | <p>UF4: Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.</p> <p>K1: bei der Dokumentation von</p>   | <p>stellen das Prinzip der Signaltransduktion an einem Rezeptor anhand von Modellen dar (E6, UF1, UF2, UF4).<br/> <i>stellen die Veränderung der Membranspannung an Lichtsinneszellen anhand von Modellen dar und beschreiben die Bedeutung des second messengers und der Reaktionskaskade bei der</i></p>   | <p>Erarbeitung der Bedeutung der Sinneszelle als Reizwandler<br/> <i>(Vertiefung durch Erläuterung der Vorgänge bei der Fotorezeption)</i></p>   |

|  |  |   |   |
|--|--|---|---|
| <p>Zeitbedarf: LK ca. 11 Std.<br/>GK ca. 6 Std.</p>  | <p>Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden.</p> <p><b>nur LK:</b><br/><i>E1: selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren.</i></p> <p><i>E6: Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen.</i></p> | <p><i>Fototransduktion (E6, E1).</i></p> <p><i>erläutern den Aufbau und die Funktion der Netzhaut unter den Aspekten der Farb- und Kontrastwahrnehmung (UF3, UF4).</i></p> <p>stellen den Vorgang von der durch einen Reiz ausgelösten Erregung von Sinneszellen bis zur Entstehung des Sinneseindrucks bzw. der Wahrnehmung im Gehirn unter Verwendung fachspezifischer Darstellungsformen in Grundzügen dar (K1, K3).</p> | <p>Aufbau der Netzhaut, Vergleich der Absorptionsspektren, Erläuterung der Gittertäuschung aufgrund der lateralen Hemmung, <i>Versuche zur Verteilung von Stäbchen und Zapfen auf der Netzhaut (evtl. mit einem Perimeter)</i></p> <p>Darstellung z. B. als Fließdiagramm</p> |
| <p><b>Autonome Regulation – das vegetative Nervensystem</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sympathikus und Parasympathikus</li> <li>• Regelung physiologischer Funktionen</li> <li>• <i>Regelkreis</i></li> </ul> <p>Zeitbedarf: LK ca. 6 Std.<br/>GK ca. 3 Std.</p> | <p>UF4: Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.</p> <p>E6: Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen.</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>Mögliche Beispiele: Steuerung und Regelung des Blutdrucks, Stressreaktionen, Regelung des Energieumsatzes durch Schilddrüsenhormone, Regelung des Blutzuckers, der Keimdrüsenfunktion</p>  |

|   |  |  |   |
|---|--|--|---|
| <p><b>Gehirn und Hirnforschung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gehirnbau und Funktion der Hirnteile</li> <li>• Bildgebende Verfahren zur Erforschung von Gehirnfunktionen</li> <li>• Degenerative Erkrankungen des Gehirns</li> <li>• Einsatz von Neuroenhancern</li> </ul> <p>Zeitbedarf: LK ca. 8 Std.<br/>GK ca. 4 Std.</p> | <p>K2: zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen.</p> <p><b>nur LK:</b><br/>B4: begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.</p> | <p>ermitteln mithilfe der Aufnahmen eines bildgebenden Verfahrens Aktivitäten verschiedener Gehirnareale (E5, UF4)<br/>[stellen Möglichkeiten und Grenzen bildgebender Verfahren zur Anatomie und zur Funktion des Gehirns (PET und fMRT) gegenüber und bringen diese mit der Erforschung von Gehirnabläufen in Verbindung (UF4, UF1, B4)]</p> | <p>Beschreiben der Aktivitäten verschiedener Großhirnbereiche z. B. beim Wortebilden mittels PET-Scan<br/>(Vergleich von PET und MRT)</p> |
|   |  | <p>recherchieren und präsentieren aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu einer degenerativen Erkrankung (K2, K3).</p>  | <p>Mögliche Beispiele: Parkinson-Syndrom, Alzheimer-Demenz, Chorea Huntington, Multiple Sklerose</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>Darstellung der Wirkungen und Folgen von Neuroenhancer-Einnahme</p>  |
| <p><b>Lernen und Gedächtnis</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lernformen</li> <li>• Gedächtnismodelle</li> <li>• Veränderungen im Gehirn durch Lernvorgänge</li> </ul> <p>Zeitbedarf: LK ca. 6 Std.<br/>GK ca. 3 Std.</p>  | <p>K3: biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren.</p> <p>B1: fachliche, wirtschaftlich-politische und moralische Kriterien bei Bewertungen von biologischen und biotechnischen Sachverhalten unterscheiden und angeben.</p>  | <p>stellen aktuelle Modellvorstellungen zum Gedächtnis auf anatomisch-physiologischer Ebene dar (K3, B1).</p>  | <p>z. B. zeitliche und funktionale Gedächtnismodelle</p>  |
|   |  | <p>erklären die Bedeutung der Plastizität des Gehirns für ein lebenslanges Lernen (UF4).<br/>[erklären den Begriff der Plastizität anhand geeigneter Modelle und leiten die Bedeutung für ein lebenslanges Lernen ab (E6, UF4)].</p>   | <p>Beschreibung der möglichen Veränderungen in den Neuronen und im Nervensystem, die lebenslange Lernvorgänge ermöglichen</p>             |

### 3 Inhaltsfeld Genetik

#### 3.1 Übersichtsraster

##### 3.1.1 Qualifikationsphase: Grundkurs

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

| Inhaltliche Schwerpunkte  | Vorschläge für mögliche Kontexte   |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Meiose und Rekombination</li><li>• Analyse von Familienstammbäumen</li><li>• Proteinbiosynthese</li><li>• Genregulation</li><li>• Gentechnologie</li><li>• Bioethik</li></ul> | Genregulatorische Prozesse beim Menschen z.B. Insulinproduktion<br>Genetischer Fingerabdruck<br>Genetisch bedingte Krankheiten |
| <b>Basiskonzept System</b><br>Merkmal, Gen, Allel, Genwirkkette, DNA, Chromosom, Genom, Stammzelle, Rekombination   |  |
| <b>Basiskonzept Struktur und Funktion</b><br>Proteinbiosynthese, Genetischer Code, Genregulation, Transkriptionsfaktor, Mutation, Proto-Onkogen, Tumor-Suppressorgen, DNA-Chip  |  |
| <b>Basiskonzept Entwicklung</b><br>Transgener Organismus, Epigenese, Zelldifferenzierung, Meiose  |  |

### 3.1.2 Qualifikationsphase: Leistungskurs

- **Unterrichtsvorhaben I:** Humangenetische Beratung – *Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf?*
- **Unterrichtsvorhaben II:** Erforschung der Proteinbiosynthese – *Wie entstehen aus Genen Merkmale und welche Einflüsse haben Veränderungen der genetischen und epigenetischen Strukturen auf einen Organismus?*
- **Unterrichtsvorhaben III:** Gentechnologie heute – *Welche Chancen und welche Risiken bestehen?*

| Inhaltliche Schwerpunkte  | Vorschläge für mögliche Kontexte   |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Meiose und Rekombination</li> <li>• Analyse von Familienstammbäumen</li> <li>• Proteinbiosynthese</li> <li>• Genregulation</li> <li>• Gentechnologie</li> <li>• Bioethik</li> </ul>  | <p>Blue Genes<br/>           Genregulatorische Prozesse beim Menschen z.B.<br/>           Insulinproduktion<br/>           Genetischer Fingerabdruck</p> |
| <p><b>Basiskonzept System</b><br/>           Merkmal, Gen, Allel, Genwirkkette, DNA, Chromosom, Genom, Stammzelle, Rekombination, Synthetischer Organismus</p> <p><b>Basiskonzept Struktur und Funktion</b><br/>           Proteinbiosynthese, Genetischer Code, Genregulation, Transkriptionsfaktor, RNA-Interferenz, Mutation, Proto-Onkogen, Tumor-Suppressorgen, DNA-Chip</p> <p><b>Basiskonzept Entwicklung</b><br/>           Transgener Organismus, Synthetischer Organismus, Epigenese, Zelldifferenzierung, Meiose</p> |  |

### 3.2 Mögliche konkretisierte Unterrichtsvorhaben

| <b>Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte / Kontexte</b><br><br><i>Zusätzliche Inhalte im LK sind kursiv</i> | <b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b><br><br>Die Schülerinnen und Schüler können ... | <b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b><br><br><i>LK-Kompetenzen sind kursiv dargestellt:</i><br><br>Die Schülerinnen und Schüler ... | <b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der Absprachen der Fachkonferenz</b> |
|--|---|--|---|
|--|---|--|---|

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| <b>Proteinbiosynthese</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bakterien [und Viren] als Modellorganismen in der molekular-genetischen Forschung</li> <li>• [Wdh.: Aufbau und Struktur der mRNA im Vergleich zur DNA]</li> <li>• Proteinbiosynthese bei Prokaryonten und Eukaryonten</li> <li>• genetischer Code</li> <li>• Auswirkungen von Genmutationen</li> </ul> Zeitbedarf: LK ca. 15 Std.<br>GK ca. 8 Std. | UF1: biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.<br><br>UF2: zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden.<br><br><b>nur LK:</b><br><i>E1: selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren.</i><br><br><i>E3: mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren</i> | begründen die Verwendung bestimmter Modellorganismen (u.a. E. coli) für besondere Fragestellungen genetischer Forschung (E6, E3).   | Erarbeitung der Bedeutung von Modellorganismen<br><i>Anzucht von Bakterien, bakterielle Wachstumskurven</i>                       |
|   |   | <i>erläutern wissenschaftliche Experimente zur Aufklärung der Proteinbiosynthese, generieren Hypothesen auf der Grundlage der Versuchspläne und interpretieren die Versuchsergebnisse (E3, E4, E5).</i> | <i>Analyse von Experimenten zur Aufklärung der Proteinbiosynthese (benötigte Komponenten: Ribosomen, mRNA, tRNA, Aminosäuren)</i> |
|   |   | <i>benennen Fragestellungen und stellen Hypothesen zur Entschlüsselung des genetischen Codes auf und erläutern klassische Experimente zur Entwicklung der Code-Sonne (E1, E3, E4).</i>                  | <i>Analyse der Experimente von Nirenberg zur Entschlüsselung des genetischen Codes</i>  |

|  |   |  |   |
|--|---|--|---|
|  | <p>sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten.<br/> <i>E4: Experimente mit komplexen Versuchsplänen und –aufbauten mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien (Sicherheit, Messvorschriften, Variablenkontrolle, Fehleranalyse) durchführen.</i></p> <p><i>E5: Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.</i></p>   | <p>erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Genmutationen [/ Mutationstypen] (UF1, UF2).</p>  | <p>Erarbeitung der Eigenschaften des genetischen Codes, Anwendung der Codesonne, Mutationsanalyse auf Genebene</p>  |
| <p><b>Regulation der Genaktivität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Genregulation bei Prokaryonten: Substratinduktion, Endproduktrepression</li> <li>• <i>Regulation der Genaktivität bei Eukaryonten</i></li> <li>• Genregulation durch epigenetische Mechanismen</li> <li>• Tumorgene</li> </ul> <p>Zeitbedarf: LK ca. 16 Std.<br/> GK ca. 9 Std.</p> | <p>UF1: biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.</p> <p>UF3: biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen.</p> <p>E2: Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern.</p> <p>E6: Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen.</p> | <p>vergleichen die molekularbiologischen Abläufe in der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten (UF1, UF3).</p>   | <p>Proteinbiosynthese bei Prokaryonten <b>im Vergleich</b> zu Eukaryonten (Introns/Exons, Prozessierung)</p>  |
|  | <p>UF1: biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.</p>   | <p>erläutern und entwickeln Modellvorstellungen auf der Grundlage von Experimenten zur Aufklärung der Genregulation bei Prokaryoten (E2, E5, E6).</p>  | <p>Beschreibung des Wachstumsverhaltens und der Enzymsynthese bei E. coli in Abhängigkeit von der Kohlenstoffquelle bzw. dem trp-Angebot, Erläuterungen anhand des Operon-Modells</p> |
|  | <p>E2: Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern.</p>   | <p><i>erläutern die Bedeutung der Transkriptionsfaktoren für die Regulation von Zellstoffwechsel und Entwicklung (UF1, UF4).</i></p>   | <p><i>Erarbeitung der Bedeutung von Enhancer- und Silencer-Elementen</i></p>  |
|  | <p>E6: Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen.</p>  | <p><i>erklären mithilfe von Modellen genregulatorische Vorgänge bei Eukaryoten (E6).</i></p>   | <p><i>Erarbeitung des Zusammenwirkens von Transkriptionsfaktoren und Transkriptionsaktivatoren bei der Regulation der Genaktivität</i></p>  |
|  |   | <p>erklären einen epigenetischen Mechanismus als Modell zur Regelung des Zellstoffwechsels (E6). <i>[erläutern epigenetische Modelle zur Regelung des Zellstoffwechsels und leiten Konsequenzen für den Organismus ab (E6).]</i></p> | <p>Erarbeitung der Methylierung von DNA oder und Acetylierung von Histonproteinen als Mechanismus zur Regelung des Zellstoffwechsels</p>  |

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
|  |   | erklären mithilfe eines Modells die Wechselwirkung von Proto-Onkogenen und Tumor-Suppressorgenen auf die Regulation des Zellzyklus und erklären [/ beurteilen] die Folgen von Mutationen in diesen Genen (E6, UF1, UF3, UF4). | Erarbeitung der Krebsentstehung durch Mutationen in Proto-Onkogenen (z. B. ras-Gene) und Tumor-Suppressorgenen (z. B. p53-Gen)   |
| <b>Gentechnik und Bioethik</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• molekulargenetische Werkzeuge und Grundoperationen</li> <li>• Herstellung und Verwendung auch höherer transgener Lebewesen</li> <li>• molekulargenetische Verfahren</li> <li>• <i>aktuelle Entwicklungen in der Biotechnologie</i></li> </ul> <p>Zeitbedarf: LK ca. 17 Std.<br/>GK ca. 11 Std.<br/>ggf. Exkursion<br/>(Blue Genes Projekt)</p> | UF1: biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.  | beschreiben molekulargenetische Werkzeuge und erläutern deren Bedeutung für gentechnische Grundoperationen (UF1).   | Beschreiben der Werkzeuge: Klonierungsvektoren, Restriktionsenzyme, Ligase; Erläuterung der Bedeutung für die Transformation von Bakterien und Selektion transgener Bakterien  |
|  | E2: Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern.  | erläutern molekulargenetische Verfahren (u.a. PCR, Gelelektrophorese) und ihre Einsatzgebiete (E4, E2, UF1).  | Erarbeitung: Funktionsprinzip von PCR, Gelelektrophorese [ <i>und DNA-Sequenzierung</i> ], Durchführung der Methoden, sofern Versuchsmaterialien vorhanden (alternativ: Exkursion in ein Schülerlabor); Bedeutung dieser Verfahren bei der RFLP-Analyse, für die medizinische Diagnostik und die Gentherapie |
|  | E4: Experimente mit komplexen Versuchsplänen und – aufbauen mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien (Sicherheit, Messvorschriften, Variablenkontrolle, Fehleranalyse) durchführen. | stellen mithilfe geeigneter Medien die Herstellung transgener Lebewesen dar und diskutieren ihre Verwendung (K1, B3).   | z. B. Referate über die Herstellung transgener Lebewesen; Diskussion über die Verwendung transgener Lebewesen unter Berücksichtigung geltender Normen und Werte  |
|  | K1: bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden.  | geben die Bedeutung von DNA-Chips [ <i>und Hochdurchsatz-Sequenzierung an</i> ] und beurteilen [ <i>bewerten</i> ] Chancen und Risiken (B1, B3).  | Funktionsprinzip und Einsatz von DNA-Chips und Hochdurchsatz-Sequenzierung; Beurteilung/ Bewertung der mit dem Einsatz verbundenen Chancen und Risiken   |
|  | B1: fachliche, wirtschaftlich-politische und moralische Kriterien bei Bewertungen von biologischen und biotechnischen Sachverhalten unterscheiden und angeben.  | beschreiben <i>aktuelle Entwicklungen in der Biotechnologie bis hin zum Aufbau von synthetischen Organismen in ihren Konsequenzen für unterschiedliche Einsatzziele und bewerten sie (B3, B4).</i>                            | <i>Gentechnik in der Pflanzenzucht, der Lebensmittelherstellung und der Medikamentenherstellung; Aufzeigen von Möglichkeiten und Grenzen sowie Bewertung aktueller</i>   |
|  | B3: an Beispielen von Konfliktsituationen mit biologischem Hintergrund kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen  |   |  |

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
|   | wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten.   |   | <i>Entwicklungen unter Berücksichtigung geltender Normen und Werte</i>  |
| <b>Analyse von Familienstammbäumen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswirkungen von Genmutationen</li> <li>• Genwirkketten</li> <li>• [Mutagene]</li> <li>• [DNA-Reparatur]</li> <li>• Rekombinationsvorgänge</li> <li>• Erbgänge</li> <li>• Auswirkungen von Chromosomen- und Genommutationen</li> <li>• <i>Methoden der Humangenetik</i></li> </ul> <p>Zeitbedarf: LK ca. 22 Std.<br/>GK ca. 13 Std.</p> | <p>UF4: Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.</p>  | <p>erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, [Chromosom- und Genommutationen] auf den Phänotyp (u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4).</p>  | <p>Erarbeitung der Auswirkungen von Genmutationen auf die Genwirkkette des Phenylalaninstoffwechsels</p>  |
|   | <p>E1: selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren.</p>   | <p><i>reflektieren und erläutern den Wandel des Genbegriffes (E7).</i></p>  | <p><i>Reflexion: Von der „ein-Gen-ein-Enzym-Hypothese“ zur „ein-Gen-ein-Polypeptid-Hypothese“</i></p>   |
|   | <p>E3: mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten.</p>  | <p>erläutern die Grundprinzipien der Rekombination (Reduktion und Neukombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung (UF4).<br/><i>[erläutern die Grundprinzipien der inter- und intrachromosomalen Rekombination (Reduktion und Neukombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung (UF4).]</i></p>   | <p>Erarbeitung des Prinzips der interchromosomalen Rekombination <i>und des Prinzips der intrachromosomalen Rekombination</i></p>   |
|   | <p>E5: Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.<br/>K4: sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.</p> <p><b>nur LK:</b><br/><i>E7: naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.</i></p> | <p>formulieren bei der Stammbaumanalyse Hypothesen zu X-chromosomalen und autosomalen Vererbungsmodi genetisch bedingter Merkmale und begründen die Hypothesen mit vorhandenen Daten auf der Grundlage der Meiose (E1, E3, E5, UF4, K4).<br/><i>[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</i></p> | <p>[Wdh.: wichtige Fachbegriffe sowie 1. und 2. mendelsche Regel, Wdh.: Meiose]<br/><i>Einführung der 3. mendelschen Regel;</i><br/><br/>Stammbaumanalyse div. Erbgänge, <i>Zweifaktorenanalyse</i></p> |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|   | <p><i>K2: zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen.</i></p>  | <p><i>Meiose (E1, E3, E5, UF4, K4).]</i></p>  |   |
|   |   | <p>erklären die Auswirkungen verschiedener [Gen-] Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp [(u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten)] (UF1, UF4).</p>   | <p>Erarbeitung der verschiedenen Formen der Chromosomenmutationen, div. Genommutationen</p>   |
|   |   | <p><i>recherchieren Informationen zu humangenetischen Fragestellungen (u.a. genetisch bedingten Krankheiten), schätzen die Relevanz und Zuverlässigkeit der Informationen ein und fassen die Ergebnisse strukturiert zusammen (K2, K1, K3, K4).</i></p> | <p><i>Recherche zu u. a. genetisch bedingten Krankheiten, Auswertung und Beurteilung der der Rechercheergebnisse</i></p>  |
| <p><b>Stammzellforschung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatz von Stammzellen</li> <li>• naturwissenschaftlich-gesellschaftliche Positionen zum therapeutischen Einsatz von Stammzellen</li> </ul> <p>Zeitbedarf: LK ca. 6 Std.<br/>GK ca. 3 Std.</p> | <p>K2: zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen.</p> <p>K3: biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren.</p> <p>B4: begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.</p> | <p>recherchieren Unterschiede zwischen embryonalen und adulten Stammzellen und präsentieren diese unter Verwendung geeigneter Darstellungsformen (K2, K3).</p>  | <p><i>Recherche und Präsentation: Entwicklungsmöglichkeiten von embryonalen und adulten Stammzellen</i></p>   |
|   |   | <p>stellen naturwissenschaftlich-gesellschaftliche Positionen zum therapeutischen Einsatz von Stammzellen dar und beurteilen [/ bewerten] Interessen sowie Folgen ethisch (B3, B4).</p>   | <p>Aufzeigen von Möglichkeiten und Grenzen des therapeutischen Einsatzes von Stammzellen; Beurteilung / Bewertung naturwissenschaftlich-gesellschaftlicher Positionen zum therapeutischen Einsatz von Stammzellen unter Berücksichtigung geltender Normen und Werte</p> |

## 4 Inhaltsfeld Ökologie

### 4.1 Übersichtsraster

#### 4.1.1 Qualifikationsphase: Grundkurs

- **Unterrichtsvorhaben IV:** Autökologische Untersuchungen – *Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf das Vorkommen von Arten?*
- **Unterrichtsvorhaben V:** Synökologie I – *Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?*
- **Unterrichtsvorhaben VI:** Synökologie II – *Welchen Einfluss hat der Mensch auf globale Stoffkreisläufe und Energieflüsse?*
- **Unterrichtsvorhaben VII:** Zyklische und sukzessive Veränderung von Ökosystemen – *Welchen Einfluss hat der Mensch auf die Dynamik von Ökosystemen?*

| Inhaltliche Schwerpunkte   | Vorschläge für mögliche Kontexte |
|--|----------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Umweltfaktoren und ökologische Potenz</li><li>• Dynamik von Populationen</li><li>• Stoffkreislauf und Energiefluss</li><li>• Mensch und Ökosysteme</li></ul> | Gewässergüteuntersuchung         |
| <b>Basiskonzept System</b><br>Ökosystem, Biozönose, Population, Organismus, Symbiose, Parasitismus, Konkurrenz, Kompartiment, Fotosynthese, Stoffkreislauf   |                                  |
| <b>Basiskonzept Struktur und Funktion</b><br>Chloroplast, ökologische Nische, ökologische Potenz, Populationsdichte  |                                  |
| <b>Basiskonzept Entwicklung</b><br>Sukzession, Populationswachstum, Lebenszyklusstrategie  |                                  |

#### 4.1.2 Qualifikationsphase: Leistungskurs

- **Unterrichtsvorhaben IV:** Autökologische Untersuchungen – *Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf das Vorkommen von Arten?*
- **Unterrichtsvorhaben V:** Synökologie I – *Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?*
- **Unterrichtsvorhaben VI:** Synökologie II – *Welchen Einfluss hat der Mensch auf globale Stoffkreisläufe und Energieflüsse?*
- **Unterrichtsvorhaben VII:** Erforschung der Fotosynthese – *Wie entsteht aus Lichtenergie eine für alle Lebewesen nutzbare Form der Energie?*
- **Unterrichtsvorhaben VIII:** Zyklische und sukzessive Veränderung von Ökosystemen – *Welchen Einfluss hat der Mensch auf die Dynamik von Ökosystemen?*

| Inhaltliche Schwerpunkte   | Vorschläge für mögliche Kontexte |
|--|----------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umweltfaktoren und ökologische Potenz</li> <li>• Dynamik von Populationen</li> <li>• Stoffkreislauf und Energiefluss</li> <li>• Fotosynthese</li> <li>• Mensch und Ökosysteme</li> </ul>  | Gewässergüteuntersuchung         |
| <p><b>Basiskonzept System</b><br/>Ökosystem, Biozönose, Population, Organismus, Symbiose, Parasitismus, Konkurrenz, Kompartiment, Fotosynthese, Stoffkreislauf</p> <p><b>Basiskonzept Struktur und Funktion</b><br/>Chloroplast, ökologische Nische, ökologische Potenz, Populationsdichte</p> <p><b>Basiskonzept Entwicklung</b><br/>Sukzession, Populationswachstum, Lebenszyklusstrategie</p> |                                  |

## 4.2 Mögliche konkretisierte Unterrichtsvorhaben

| <b>Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte / Kontexte</b><br><br><i>Zusätzliche Inhalte im LK sind kursiv</i>   | <b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b><br><br>Die Schülerinnen und Schüler können ...  | <b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b><br><br><i>LK-Kompetenzen sind kursiv dargestellt:</i><br><br>Die Schülerinnen und Schüler ...   | <b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der Absprachen der Fachkonferenz</b>              |
|--|--|--|--|
| <b>Wirkung von Ökofaktoren</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• biotische / abiotische Faktoren</li> <li>• Toleranzbereiche und ökologische Potenz</li> <li>• [physiologische Potenz]</li> <li>• Wirkungsgesetz der Umweltfaktoren (Gesetz des Minimums)</li> <li>• ökologische Nische und Koexistenz von Arten</li> <li>• Temperaturregulation bei Homoiothermen und Poikilothermen</li> </ul><br>Zeitbedarf: LK ca. 16 Std.<br>plus Exkursion<br>GK ca.10 Std. | UF2: zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden.<br><br>E7: naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.<br><br>K4: sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.<br><br><b>nur LK:</b> | <i>untersuchen das Vorkommen, die Abundanz und die Dispersion von Lebewesen eines Ökosystems im Freiland (E1, E2, E4).</i>   | <i>Exkursion: Plankton- und faunistische Untersuchung am (Stadtspark-) Teich oder Untersuchung des Fließgewässers</i>      |
|  |  | <i>planen ausgehend von Hypothesen Experimente zur Überprüfung der ökologischen Potenz nach dem Prinzip der Variablenkontrolle, nehmen kriterienorientiert Beobachtungen und Messungen vor und deuten die Ergebnisse (E2, E3, E4, E5, K4).</i> | <i>Untersuchung z. B. der Temperaturpräferenzen von Gliedertieren (z. B. Mehlwürmern) mit Hilfe einer Temperaturorgel;</i> |
|  |  | zeigen den Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von Bioindikatoren und der Intensität abiotischer Faktoren in einem beliebigen Ökosystem (UF3, UF4, E4).  | Zeigerarten in Fließgewässern; Zeigerorganismen und Bioindikatoren   |

|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
|  | <p><i>E2: Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern.</i></p> <p><i>E3: mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten.</i></p> <p><i>E4: Experimente mit komplexen Versuchsplänen und –aufbauten mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien (Sicherheit, Messvorschriften, Variablenkontrolle, Fehleranalyse) durchführen.</i></p> <p><i>E5: Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.</i></p> | <p>erklären mit Hilfe des Modells der ökologischen Nische die Koexistenz von Arten (E6, UF1, UF2).</p>   | <p>Erarbeitung der Einnischung zum Beispiel bei Watvögeln</p>  |
|  |   | <p>erläutern die Aussagekraft von biologischen Regeln (u.a. tiergeographische Regeln) und grenzen diese von naturwissenschaftlichen Gesetzen ab (E7, K4).</p>    | <p>Modellversuche zur bergmannschen/<i>allenschen</i> Regel und zur RGT-Regel; Gegenüberstellung: RGT-Regel und tiergeografische Regeln</p>  |
| <p><b>Fotosynthese</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundgleichung der Fotosynthese</li> <li>• Fotosyntheserate in Abhängigkeit von abiotischen Faktoren</li> <li>• Unterscheidung von Foto- und Synthesereaktion</li> </ul> <p>Zeitbedarf: LK ca. 16 Std.<br/>GK ca. 6 Std.</p> | <p>UF1: biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.</p> <p>UF3: biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen.</p> <p><b>nur LK:</b><br/>UF4: Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens</p>  | <p>analysieren Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen abiotischen Faktoren (E5).</p>   | <p>Analyse von Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von der Temperatur, dem CO<sub>2</sub>-Gehalt, der Lichtintensität und der Wellenlänge</p>                                     |
|  |   | <p><i>leiten aus Forschungsexperimenten zur Aufklärung der Fotosynthese zu Grunde liegende Fragestellungen und Hypothesen ab (E1, E3, UF2, UF4).</i></p>         | <p><i>Analyse z. B. der Experimente von Engelmann, Hill, Kamen und Emerson</i></p>   |
|  |   | <p>erläutern den Zusammenhang zwischen Fotoreaktion und Synthesereaktion und ordnen die Reaktionen den unterschiedlichen Kompartimenten der Chloroplasten zu</p> | <p>Wdh.: Aufbau der Chloroplasten, Erarbeitung des Ablaufs der Foto- (Primär-/lichtabhängigen) und der Synthese- (Sekundär-/ lichtunabhängigen) Reaktion und des Zusammenwirkens von Foto- und</p> |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
|   | <p><i>erschließen und aufzeigen.</i></p> <p><i>E1: selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren.</i></p> | <p>(UF1, UF3).</p>   | <p>Synthesereaktion</p>  |
|   |  | <p><i>erläutern mithilfe einfacher Schemata das Grundprinzip der Energieumwandlung in den Fotosystemen und den Mechanismus der ATP-Synthese (K3, UF1).</i></p>   | <p><i>Erarbeitung des Prinzips der Energieumwandlung in den Fotosystemen und des Mechanismus der ATP-Synthese</i></p>  |
| <p><b>Beziehungen zwischen Lebewesen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biologische Produktion in Ökosystemen</li> <li>• Energiefluss</li> <li>• Entwicklung von Populationen</li> <li>• Intra- und interspezifische Beziehungen</li> <li>• K-/R-Strategie</li> </ul> <p>Zeitbedarf: LK ca. 26 Std.<br/>GK ca.14 Std.</p> | <p>UF1: biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.</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>Erarbeitung: Nahrungskette, Nahrungsnetz, Trophieebenen; energetische und stoffliche Beziehungen der beteiligten Organismen</p>   |
|   | <p>UF4: Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.</p>  | <p>beschreiben die Dynamik von Populationen in Abhängigkeit von dichteabhängigen und dichteunabhängigen Faktoren (UF1).</p>  | <p>Erarbeitung des Einflusses von dichteabhängigen und dichte-unabhängigen Faktoren auf die Entwicklung von Populationen; [Vergleich mit computergestützter Simulation des Populationswachstums]</p> |
|   | <p>E5: Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.</p>   | <p>entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1, E5).</p>  | <p>Untersuchung der Auswirkungen jahreszeitlicher Änderungen am Beispiel des Ökosystems See</p>  |
|   | <p>E6: Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen.</p>         | <p>leiten aus Daten zu abiotischen und biotischen Faktoren Zusammenhänge im Hinblick auf zyklische und sukzessive Veränderungen (Abundanz und Dispersion von Arten) sowie K- und r-Lebenszyklusstrategien ab (E5, UF1, UF2, UF3, K4, UF4).</p> | <p>Vergleich von Sukzessionsstadien, die Ökosysteme regel-mäßig durchlaufen</p>  |
|   | <p>K2: zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen</p>   | <p><i>vergleichen das Lotka-Volterra-Modell mit veröffentlichten Daten aus Freilandmessungen und diskutieren die</i></p>   | <p><i>Vergleich des Lotka-Volterra-Modells mit den Populationsschwankungen bei Schneeschuhhase und Luchs im Freiland</i></p>   |
|   |  |  |  |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
|   | Publikationen, recherchieren, aus-werten und vergleichend beurteilen.  | <i>Grenzen des Modells (E6).</i>   |  |
|   | K3: biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren.   | untersuchen Veränderungen von Populationen mit Hilfe von Simulationen auf der Grundlage des Lotka-Volterra-Modells (E6).   | Untersuchung von Räuber-Beute-Beziehungen in der Simulation: Analyse von Populationschwankungen unter Anwendung der Lotka-Volterra-Regeln  |
|   | K4: sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.   | 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). | Referate zu parasitischen bzw. symbiontischen Beziehungen zwischen Lebewesen; <i>Versuche zur Entwicklung von Schmetterlingsblütlern; Nachweis von Symbionten aus Rinderpansen</i> |
|   |  | recherchieren Beispiele für die biologische Invasion von Arten und leiten Folgen für das Ökosystem ab (K2, K4).  | Recherche zum Einfluss von Neozoen auf die Entwicklung von Ökosystemen   |
| <b>Mensch und Ökosysteme</b><br><b>Natur nutzen – Natur schützen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutzung natürlicher Ressourcen</li> <li>• Folgen anthropogener Einflüsse für die Umwelt</li> <li>• Naturschutz</li> </ul><br>Zeitbedarf: LK ca. 8 Std.<br>GK ca. 5 Std. | K1: bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden.<br><br>B2: Auseinandersetzungen und Kontroversen zu biologischen und biotechnischen Problemen und Entwicklungen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Entscheidungen auf der Basis | präsentieren und erklären auf der Grundlage von Untersuchungsdaten die Wirkung von anthropogenen Faktoren auf einen ausgewählten Stoffkreislauf [/ <i> auf ausgewählte globale Stoffkreisläufe</i> ] (K1, K3, UF1).                        | Posterpräsentation zur Darstellung anthropogener Einflüsse auf den Kohlenstoff-Stickstoff- und/oder Wasserkreislauf  |
|   |  | diskutieren Konflikte zwischen der Nutzung natürlicher Ressourcen und dem Naturschutz (B2, B3).  | Diskussion: Wert der Biodiversität aus verschiedenen Perspektiven  |

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
|  | <p>von Sachargumenten vertreten.</p> <p>B3: an Beispielen von Konfliktsituationen mit biologischem Hintergrund kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten.</p> | <p>entwickeln Handlungsoptionen für das eigene Konsumverhalten und schätzen diese unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit ein (B2, B3).</p> | <p>kriteriengeleitete Bewertung von Handlungsoptionen im Sinne der Nachhaltigkeit.</p> |
|--|---|---|--|

## 5 Inhaltsfeld Evolution

### 5.1 Übersichtsraster

#### 5.1.1 Qualifikationsphase: Grundkurs

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

| Inhaltliche Schwerpunkte   | Vorschläge für mögliche Kontexte |
|--|----------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Grundlagen evolutiver Veränderung</li><li>• Art und Artbildung</li><li>• Evolution und Verhalten</li><li>• Evolution des Menschen</li><li>• Stammbäume</li></ul> | Primaten<br>Parasiten            |
| <b>Basiskonzept System</b><br>Art, Population, Paarungssystem, Genpool, Gen, Allel, ncDNA, mtDNA   |                                  |
| <b>Basiskonzept Struktur und Funktion</b><br>Mutation, Rekombination, Selektion, Gendrift, Isolation, Investment, Homologie  |                                  |
| <b>Basiskonzept Entwicklung</b><br>Fitness, Divergenz, Konvergenz, Coevolution, Adaptive Radiation, Artbildung, Phylogenese  |                                  |

## 5.1.2 Qualifikationsphase: Leistungskurs

- **Unterrichtsvorhaben I:** Evolution in Aktion – *Welche Faktoren beeinflussen den evolutionen Wandel?*
- **Unterrichtsvorhaben II:** Von der Gruppen- zur Multilevel-Selektion – *Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?*
- **Unterrichtsvorhaben III:** Spuren der Evolution – *Wie kann man Evolution sichtbar machen?*
- **Unterrichtsvorhaben IV:** Humanevolution – *Wie entstand der heutige Mensch?*

| Inhaltliche Schwerpunkte   | Vorschläge für mögliche Kontexte |
|--|----------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung der Evolutionstheorie</li> <li>• Grundlagen evolutiver Veränderung</li> <li>• Art und Artbildung</li> <li>• Evolution und Verhalten</li> <li>• Evolution des Menschen</li> <li>• Stammbäume</li> </ul>  | Primaten<br>Parasiten            |
| <p><b>Basiskonzept System</b><br/>           Art, Population, Paarungssystem, Genpool, Gen, Allel, ncDNA, mtDNA, Biodiversität</p> <p><b>Basiskonzept Struktur und Funktion</b><br/>           Mutation, Rekombination, Selektion, Gendrift, Isolation, Investment, Homologie</p> <p><b>Basiskonzept Entwicklung</b><br/>           Fitness, Divergenz, Konvergenz, Coevolution, Adaptive Radiation, Artbildung, Phylogenese</p> |                                  |

## 5.2 Mögliche konkretisierte Unterrichtsvorhaben

| Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte / Kontexte | Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans                           | Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der Absprachen der Fachkonferenz |
|---|---|---|--|
| Zusätzliche Inhalte im LK sind kursiv ...                                       | Die Schülerinnen und Schüler können ...           | LK-Kompetenzen sind kursiv dargestellt:<br><br>Die Schülerinnen und Schüler ... |  |

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
| <b>Evolutionstheorien im Wandel der Zeit</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Entwicklung des Evolutionsgedankens</li> </ul> Zeitbedarf: LK ca. 2 Std.   | <b>nur LK:</b><br><i>E7: naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.</i>   | <i>stellen Erklärungsmodelle für die Evolution in ihrer historischen Entwicklung und die damit verbundenen Veränderungen des Weltbildes dar (E7).</i>   | <i>u. a. Linné, Cuvier, Lamarck, Darwin</i>  |
| <b>Ursachen der Evolution</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ordnung der Lebewesen</li> <li>Evolutionsfaktoren</li> <li>Populationsgenetik (Hardy-Weinberg-Gesetz)</li> <li>Fitness-Konzept</li> <li>Evolution von Sozialstrukturen</li> <li>Coevolution</li> <li>Prozesse der Artbildung / Isolation</li> <li>Adaptive Radiation</li> <li>Bedeutung der Biodiversität</li> <li>Synthetische Evolutionstheorie</li> <li>Abgrenzung zu nicht-naturwissenschaftlichen Positionen</li> </ul> Zeitbedarf: LK ca. 24 Std.<br>GK ca. 16 Std. | UF1: biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.<br><br>UF2: zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden.<br><br>UF4: Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.<br><br>E6: Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische | beschreiben die Einordnung von Lebewesen mithilfe der Systematik und der binären Nomenklatur (UF1, UF4).<br><br>erläutern den Einfluss der Evolutionsfaktoren (Mutation, Rekombination, Selektion, Gendrift) auf den Genpool einer Population (UF4, UF1).<br><br><i>bestimmen und modellieren mithilfe des Hardy-Weinberg-Gesetzes die Allelfrequenzen in Populationen und geben Bedingungen für die Gültigkeit des Gesetzes an (E6).</i><br><br>erläutern das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen (UF1, UF4).<br><br>analysieren anhand von Daten die evolutionäre Entwicklung von Sozialstrukturen (Paarungssysteme, Habitatwahl) unter dem | Erarbeitung der binären Nomenklatur nach Linné<br><br>Erarbeitung des Einflusses von Evolutionsfaktoren, u. a. Wirkungsweisen der Selektion<br><br><i>Verwendung eines Simulationsprogramms</i><br><br>Erarbeitung von Evolutionsprozessen unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung<br><br>Analyse div. Verhaltensweisen in Hinblick auf die Evolution von Sozialstrukturen (Kooperationsverhalten, Verhalten zur |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
|   | <p>Prozesse erklären oder vorhersagen.</p> <p>K3: biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren.</p> <p><b>nur LK:</b><br/> <i>K4: sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.</i></p> <p><i>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.</i></p> | <p>Aspekt der Fitnessmaximierung (E5, UF2, UF4, K4).</p> <p><i>wählen angemessene Medien zur Darstellung von Beispielen zur Coevolution aus und präsentieren die Beispiele (K3, UF2).</i></p> <p>wählen angemessene Medien zur Darstellung von Beispielen zur Coevolution aus und präsentieren die Beispiele (K3, UF2).</p> <p>erklären Modellvorstellungen zu Artbildungsprozessen (u.a. allopatrische und sympatrische Artbildung) an Beispielen (E6, UF1).</p> <p>stellen den Vorgang der adaptiven Radiation unter dem Aspekt der Angepasstheit dar (UF2, UF4).</p> <p><i>beschreiben Biodiversität auf verschiedenen Systemebenen (genetische Variabilität, Artenvielfalt, Vielfalt der Ökosysteme) (UF4, UF1, UF2, UF3).</i></p> <p>stellen die synthetische Evolutionstheorie zusammenfassend dar (UF2, UF4).</p> <p><i>grenzen die Synthetische Theorie der Evolution gegenüber nicht naturwissenschaftlichen Positionen zur Entstehung von Artenvielfalt ab und nehmen zu diesen begründet Stellung (B2, K4).</i></p> | <p><i>Konfliktlösung, Bedeutung der Rangordnung, Paarungssysteme)</i></p> <p>Präsentation div. Beispiele für Coevolution</p> <p>Erarbeitung der Isolationsmechanismen sowie der allopatrischen und sympatrischen Artbildung</p> <p>Erarbeitung der adaptiven Radiation am Beispiel der Säugetiere und Beuteltiere</p> <p><i>Biodiversität als Folge von Mutation und Rekombination und Artbildungsprozessen; stellvertretend für die Vielfalt von Ökosystemen div. Beispiele (See, Bach, Wald)</i></p> <p>Darstellung von Evolution als Wandel von Genfrequenzen durch Einwirken von Evolutionsfaktoren</p> <p><i>Abgrenzung zum Kreationismus</i></p> |
| <p><b>Belege für Evolution</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Homologie und Analogie</li> <li>• molekularbiologische Nachweisverfahren für phylogenetische Verwandtschaften</li> <li>• Datierungsmethoden</li> <li>• Analyse phylogenetischer Stammbäume</li> </ul> <p>Zeitbedarf: LK ca. 14 Std.</p> | <p>E2: Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern.</p> <p>E3: mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten.</p>  | <p>erstellen und analysieren Stammbäume anhand von Daten zur Ermittlung von Verwandtschaftsbeziehungen von Arten (E3, E5).</p> <p>deuten Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Merkmalen von Organismen zum Beleg konvergenter und divergenter Entwicklungen (E5, UF3).</p>  | <p>Erarbeitung von Verwandtschaftsverhältnissen aufgrund von Vergleichen (z. B. Extremitäten verschiedener Tiere)</p> <p>Erarbeitung der Homologiekriterien und ihre Anwendung auf div. Beispiele, molekularbiologische Homologien, Abgrenzung zur Analogie</p>  |

|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
| GK ca. 8 Std.  | E5: Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.   | stellen Belege für die Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie (u.a. Molekularbiologie) adressatengerecht dar (K1, K3).   | Darstellung der verschiedenen Belege für Evolution   |
|  | K1: bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden.  | erklären mithilfe molekulargenetischer Modellvorstellungen zur Evolution der Genome die genetische Vielfalt der Lebewesen (K4, E6).  | Erarbeitung: Evolution der Genome durch z. B. Genduplikationen / Genverlust, Polyploidie usw.  |
|  | K4: sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.  | beschreiben und erläutern molekulare Verfahren zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen (UF1, UF2).  | Präzipitintest, Aminosäure- und DNA-Sequenzvergleiche, DNA-DNA-Hybridisierung  |
|  |   | analysieren molekulargenetische Daten und deuten sie mit Daten aus klassischen Datierungsmethoden im Hinblick auf die Verbreitung von Allelen und Verwandtschaftsbeziehungen von Lebewesen (E5, E6).   | z. B. Analyse von Untersuchungsergebnissen, die das „Lesen“ von molekularen Uhren ermöglichen, verschiedene Möglichkeiten der Stammbaumerstellung  |
|  |   | entwickeln und erläutern Hypothesen zu phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Homologien (E3, E5, K1, K4).   | am Beispiel der Evolution der Rüsseltiere  |
|  |   | belegen an Beispielen den aktuellen evolutionären Wandel von Organismen (u.a. mithilfe von Auszügen aus Gendatenbanken) (E2, E5).  | z. B. der Einfluss des Menschen auf die Evolution der Elefanten  |
| <b>Humanevolution</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Einordnung des Menschen in das natürliche System</li> <li>• Besonderheiten des Menschen (Wdh.)</li> <li>• Fossilgeschichte des Menschen</li> <li>• Stammbaum des Menschen</li> <li>• Variabilität des modernen Menschen</li> </ul> Zeitbedarf: LK ca. 10 Std.<br>GK ca. 6 Std. | UF3: biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen.<br><br>E7: naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.<br><br>K4: sich mit anderen über biologische | ordnen den modernen Menschen kriteriengeleitet den Primaten zu (UF3).<br>diskutieren wissenschaftliche Befunde (u.a. Schlüsselmerkmale) und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch-konstruktiv (K4, E7).<br>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). | Erarbeitung der Kennzeichen von Primaten, Stellung des Menschen<br>Erarbeitung von Befunden zur Evolution der Hominiden, Hominidenstammbaum, u. a. die phylogenetische Stellung des Neandertalers<br>kriteriengeleitete Bewertung der Problematik des Rasse-Begriffs beim Menschen |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  | <p>Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.</p> <p>B1: fachliche, wirtschaftlich-politische und moralische Kriterien bei Bewertungen von biologischen und biotechnischen Sachverhalten unterscheiden und angeben.</p> <p>B3: an Beispielen von Konfliktsituationen mit biologischem Hintergrund kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten.</p> |  |  |
|--|--|--|--|

## **6 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit**

Die Grundsätze 1 bis 14 beziehen sich auf fächerübergreifende Aspekte, die auch Gegenstand der Qualitätsanalyse sind, die Grundsätze 15 bis 25 sind fachspezifisch angelegt.

### Überfachliche Grundsätze:

- 1.) Geeignete Problemstellungen zeichnen die Ziele des Unterrichts vor und bestimmen die Struktur der Lernprozesse.
- 2.) Inhalt und Anforderungsniveau des Unterrichts entsprechen dem Leistungsvermögen der Lerner.
- 3.) Die Unterrichtsgestaltung ist auf die Ziele und Inhalte abgestimmt.
- 4.) Medien und Arbeitsmittel sind lernernah gewählt.
- 5.) Die Schülerinnen und Schüler erreichen einen Lernzuwachs.
- 6.) Der Unterricht fördert und fordert eine aktive Teilnahme der Lerner.
- 7.) Der Unterricht fördert die Zusammenarbeit zwischen den Lernenden und bietet ihnen Möglichkeiten zu eigenen Lösungen.
- 8.) Der Unterricht berücksichtigt die individuellen Lernwege der einzelnen Lerner.
- 9.) Die Lerner erhalten Gelegenheit zu selbstständiger Arbeit und werden dabei unterstützt.
- 10.) Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Einzel-, Partner- bzw. Gruppenarbeit sowie Arbeit in kooperativen Lernformen.
- 11.) Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Arbeit im Plenum.
- 12.) Die Lernumgebung ist vorbereitet; der Ordnungsrahmen wird eingehalten.
- 13.) Die Lehr- und Lernzeit wird intensiv für Unterrichtszwecke genutzt.
- 14.) Es herrscht ein positives pädagogisches Klima im Unterricht.

### Fachliche Grundsätze:

- 15.) Der Biologieunterricht orientiert sich an den im gültigen Kernlehrplan ausgewiesenen, obligatorischen Kompetenzen.
- 16.) Der Biologieunterricht ist problemorientiert und an Unterrichtsvorhaben und Kontexten ausgerichtet.
- 17.) Der Biologieunterricht ist lerner- und handlungsorientiert, d.h. im Fokus steht das Erstellen von Lernprodukten durch die Lerner.
- 18.) Der Biologieunterricht ist kumulativ, d.h. er knüpft an die Vorerfahrungen und das Vorwissen der Lernenden an und ermöglicht das Erlernen von neuen Kompetenzen.
- 19.) Der Biologieunterricht fördert vernetzendes Denken und zeigt dazu eine über die verschiedenen Organisationsebenen bestehende Vernetzung von biologischen Konzepten und Prinzipien mithilfe von Basiskonzepten auf.
- 20.) Der Biologieunterricht folgt dem Prinzip der Exemplarizität und gibt den Lernenden die Gelegenheit, Strukturen und Gesetzmäßigkeiten möglichst anschaulich in den ausgewählten Problemen zu erkennen.

- 21.) Der Biologieunterricht bietet nach Produkt-Erarbeitungsphasen immer auch Phasen der Metakognition, in denen zentrale Aspekte von zu erlernenden Kompetenzen reflektiert werden.
- 22.) Der Biologieunterricht ist in seinen Anforderungen und im Hinblick auf die zu erreichenden Kompetenzen für die Lerner transparent.
- 23.) Im Biologieunterricht werden Diagnoseinstrumente zur Feststellung des jeweiligen Kompetenzstandes der Schülerinnen und Schüler durch die Lehrkraft, aber auch durch den Lerner selbst eingesetzt.
- 24.) Der Biologieunterricht bietet immer wieder auch Phasen der Übung.
- 25.) Der Biologieunterricht bietet die Gelegenheit zum selbstständigen Wiederholen und Aufarbeiten von verpassten Unterrichtsstunden.

## **8 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung**

Im Folgenden findet man eine Darstellung, wie Aufgaben bzw. die in den Aufgabenstellungen geforderten Schülerleistungen den Kompetenz- und Anforderungsbereichen (I, II und III) zugeordnet werden können.

### **Umgang mit Fachwissen**

- Wiedergeben und Erläutern von Basiswissen (Fakten, Zusammenhänge, Arbeitstechniken und Methoden sowie Prinzipien, Gesetzen, Regeln und Theorien o.a.) sowie dessen Erläuterung in einem begrenzten Gebiet im gelernten Zusammenhang (I)
- selbstständiges Übertragen von Basiswissen auf vergleichbare neuartige Fragestellungen, veränderte Sachzusammenhänge oder abgewandelte Verfahrensweisen (II)
- kritisches Reflektieren und Modifizieren biologischer Fachbegriffe, Regeln, Gesetze etc. vor dem Hintergrund neuer, komplexer und widersprüchlicher Informationen und Beobachtungen (III)
- selbstständiges Auswählen und Anpassen geeigneter erlernter Methoden, Verfahren und Fachwissen zur Lösung komplexer neuartiger innerfachlicher Problemsituationen (III)

### **Erkenntnisgewinnung**

- Aufbauen und Durchführen eines einfachen Experiments nach vorgelegtem Plan (I)
- Aufbauen, Durchführen und Erläutern eines bekannten Demonstrationsexperiments im gelernten Zusammenhang (I)
- Wiedergeben und Erläutern eines gelernten Modells zu einem begrenzten Gebiet im gelernten Zusammenhang (I)
- Auswerten von komplexeren neuen Ergebnissen nach bekannten Verfahren (II)

- Anwenden bekannter Experimente und Untersuchungsmethoden auf vorgegebene neuartige Fragestellungen, Hypothesen o. a. (II)
- Übertragen und Anpassen von bekannten Modellvorstellungen auf neuartige Zusammenhänge (II)
- Selbstständiges Planen, Aufbauen und Durchführen eines Experiments zu einer neuartigen, vorgegebenen Fragestellung (III)
- Entwickeln und Beschreiben fundierter neuer Hypothesen, Modelle, Lösungswege o. a. auf der Basis verschiedener neuer Fakten und experimenteller Ergebnisse (III)
- Entwickeln eines eigenständigen Zugangs zu einem biologischen Phänomen bzw. Problem (Zerlegung in Teilprobleme, Konstruktion von geeigneten Fragestellungen und Hypothesen sowie Planung eines geeigneten Experimentes) (III)

### **Kommunikation**

- Beschreiben makroskopischer und mikroskopischer Beobachtungen (I)
- Beschreiben und Protokollieren von Experimenten (I)
- Entnehmen von Informationen aus einfachen Fachtexten (I)
- Umsetzen von Informationen in übersichtliche, die Zusammenhänge verdeutlichende Schemata (*Concept-Maps*, Flussdiagramme o. a.) (I/II)
- mündliches und schriftliches Darstellen von Daten, Tabellen, Diagrammen, Abbildungen mit Hilfe der Fachsprache (I)
- Wiedergabe und Erläuterung von einzelnen Argumenten (I)
- strukturiertes schriftliches oder mündliches Präsentieren komplexer Sachverhalte (II)
- Anwenden von bekannten Argumentationsmustern in neuen Kontexten (II)
- eigenständiges Recherchieren, Strukturieren, Beurteilen und Aufarbeiten von Informationen mit Bezug auf neue Fragestellungen oder Zielsetzungen (III)
- Argumentieren auf der Basis nicht eindeutiger Rohdaten: Aufbereitung der Daten, Fehleranalyse und Herstellung von Zusammenhängen (III)

### **Bewertung**

- Darstellen von Konflikten und ihren Lösungen in wissenschaftlich-historischen Kontexten in einem begrenzten Gebiet und wiederholenden Zusammenhang (I)
- Wiedergeben und Erläutern von Positionen und Argumenten bei Bewertungen in bioethischen Zielkonflikten in einem begrenzten Gebiet und wiederholenden Zusammenhang (I)

- Bewerten von Aussagen und Handlungsoptionen anhand bekannter differenzierter Bewertungskriterien in neuen bioethischen Konfliktsituationen (II)
- Begründetes Abwägen und Bewerten von Handlungsoptionen in neuen bioethischen Dilemma-Situationen (II)
- kritisches Bewerten komplexer bioethischer Konflikte in neuen Zusammenhängen aus verschiedenen Perspektiven (III)
- begründetes Treffen von Entscheidungen unter Einbezug von Handlungsalternativen, differenzierten Bewertungskriterien und bekannten Entscheidungsfindungsstrategien in neuen bioethischen Zielkonfliktsituationen (III)
- selbstständiges Reflektieren und Bewerten der Tragweite, Möglichkeiten und Grenzen bekannter biowissenschaftlicher Erkenntnisse und Methoden in neuen Zusammenhängen (gesellschaftliche Relevanz, Einfluss auf Welt- und Menschenbild o. a.) (III)

### **Beurteilungsbereich: Sonstige Mitarbeit**

Auf der Grundlage von § 48 SchulG, § 13 APO-GOST hat die Fachkonferenz die nachfolgenden Grundsätze zur Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung beschlossen. Die nachfolgenden Absprachen stellen die Minimalanforderungen an das lerngruppenübergreifende gemeinsame Handeln der Fachgruppenmitglieder dar. Bezogen auf die einzelne Lerngruppe kommen ergänzend weitere der in den Folgeabschnitten genannten Instrumente der Leistungsüberprüfung zum Einsatz.

Folgende Aspekte sollen bei der Leistungsbewertung der sonstigen Mitarbeit eine Rolle spielen:

#### **Umgang mit Fachwissen**

- Grad der Verwendung von Fachsprache sowie fachsprachlichen Korrektheit der Aussagen
- Grad der sachlichen Richtigkeit beim Veranschaulichen, Zusammenfassen und Beschreiben biologischer Sachverhalte
- Grad der Verfügbarkeit biologischen Grundwissens (Fachbegriffe, Fakten, Regeln, Prinzipien, Theorien, fachmethodische Verfahren)
- Grad der Vernetzung und Abstraktion des biologischen Wissens (Umgang mit biologischen Organisationsebenen, Basiskonzepten)
- Häufigkeit und Qualität kreativer Ideen und weiterführender Fragen

### **Erkenntnisgewinnung**

- Grad des planvollen Vorgehens bei Experimenten
- Grad der Sauberkeit bei der Durchführung von Experimenten
- Grad der Sicherheit, Eigenständigkeit und Kreativität beim Anwenden fachspezifischer Methoden und Arbeitsweisen
- Grad des sinnvollen, sicherheitsbewussten und zielgerichteten Umgangs mit Experimentalmedien
- Grad der sachlogischen Schlüssigkeit der erstellten Modelle
- Grad der Differenziertheit und Selbstständigkeit im Bereich der Modellkritik
- Grad der Passung und Selbstständigkeit von beschriebenen und entwickelten Fragestellungen und Hypothesen
- Grad der Differenziertheit und Selbstständigkeit der Reflexion von naturwissenschaftlichen Arbeits- und Denkweisen

### **Kommunikation**

- Grad der logischen Schlüssigkeit, Strukturiertheit und Stringenz beim Veranschaulichen, Zusammenfassen und Beschreiben biologischer Sachverhalte
- Grad der Leser- und Zuhörerführung bzw. der Berücksichtigung der Adressaten beim Präsentieren von Lernprodukten
- Grad der Qualität der Unterrichtsdokumentation, Stundenprotokolls oder Portfolios
- Grad der Sorgfalt und Sachrichtigkeit beim Belegen von Quellen
- Grad der Schlüssigkeit von Argumenten und Argumentationsketten bei mündlichen und schriftlichen Diskussionen
- Grad der Selbstständigkeit beim Einbringen in Diskussionen
- Grad der Differenziertheit und Selbstständigkeit der Reflexion und Kritik von analogen und digitalen Informationsquellen

### **Bewertung**

- Grad der Schlüssigkeit und Differenziertheit der eigenen Werturteile
- Grad der Fähigkeit zum Perspektivwechsel in Konfliktsituationen
- Grad der Sicherheit im Umgang mit den Kategorien und Kriterien der Bewertung
- Grad der Sicherheit und Eigenständigkeit beim Umgang mit Entscheidungsfindungsstrategien
- Grad der Selbstständigkeit und Komplexität der Reflexion bei der Einschätzung von Tragweiten, Möglichkeiten und Grenzen biologisch-technischer Verfahren

## **Beurteilungsbereich: Klausuren**

### **Qualifikationsphase 1:**

2 Klausuren pro Halbjahr (je 90 Minuten im GK und je 135 Minuten im LK), wobei in einem Fach die zweite Klausur im 2. Halbjahr durch 1 Facharbeit ersetzt wird.

### **Qualifikationsphase 2:**

2 Klausuren im ersten Halbjahr (je 135 Minuten im GK und je 180 Minuten im LK).

1 Klausur im zweiten Halbjahr, die – was den formalen Rahmen angeht – unter Abiturbedingungen geschrieben wird (225 Minuten im 3. Abiturfach, 270 Minuten im LK).

Die Zuordnung der Hilfspunkte zu den Notenstufen orientiert sich in der Qualifikationsphase am Zuordnungsschema des Zentralabiturs. Die Note ausreichend soll bei Erreichen von ca. 50 % der Hilfspunkte erteilt werden. Eine Absenkung der Note kann gemäß APO-GOST bei häufigen Verstößen gegen die Sprachrichtigkeit vorgenommen werden.

### **Grundsätze der Leistungsrückmeldung und Beratung:**

Für Präsentationen, Arbeitsprotokolle, Dokumentationen und andere Lernprodukte der sonstigen Mitarbeit erfolgt eine Leistungsrückmeldung, bei der inhalts- und darstellungsbezogene Kriterien angesprochen werden. Hier werden zentrale Stärken als auch Optimierungsperspektiven für jede Schülerin bzw. jeden Schüler hervorgehoben.

Die Leistungsrückmeldungen bezogen auf die mündliche Mitarbeit erfolgen auf Nachfrage der Schülerinnen und Schüler außerhalb der Unterrichtszeit, spätestens aber in Form von mündlichem Quartalsfeedback oder Eltern-/Schülersprechtagen. Auch hier erfolgt eine individuelle Beratung im Hinblick auf Stärken und Verbesserungsperspektiven.

## **7 Lehr- und Lernmittel**

Für die Kurse in der SII werden neben dem umfassenden Grundlagenbuch Linder Biologie in den verschiedenen Halbjahren zusätzlich die Themenhefte Biosphäre SII wie z.B. Neurobiologie Genetik, Ökologie und Evolution aus dem Cornelsen-Verlag genutzt.

Den Schülerinnen und den Schülern steht für die Vorbereitung Ihrer Präsentationen zusätzliche Fachzeitschriften in unserer Biologie-Sammlung und folgende Fachliteratur zur Verfügung u.a.:

Campbell Biologie, Verlag Pearson Studium;

Campbell Biologie Übungsbuch, Verlag Pearson Studium;

Die Fachkolleginnen und Kollegen werden zudem ermutigt, die Materialangebote des Ministeriums für Schule und Weiterbildung regelmäßig zu sichten und ggf. in den eigenen Unterricht oder die Arbeit der Fachkonferenz einzubeziehen. Die folgenden Seiten sind dabei hilfreich:

**Der Lehrplannavigator:**

<http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-s-ii/>

**Die Materialdatenbank:**

<http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/materialdatenbank/>

**Die Materialangebote von SINUS-NRW:**

<http://www.standardsicherung.nrw.de/sinus/>

## **8 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen**

### **Vorbereitung auf die Erstellung der Facharbeit**

Um eine einheitliche Grundlage für die Erstellung und Bewertung der Facharbeiten in der Jahrgangsstufe Q1 zu gewährleisten, findet im Vorfeld des Bearbeitungszeitraums ein fachübergreifender Projekttag statt, gefolgt von einem Besuch einer Universitätsbibliothek, damit die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeiten für Recherchen kennenlernen. Die AG Facharbeit hat schulinterne Richtlinien für die Erstellung einer wissenschaftlichen Arbeit angefertigt, die die unterschiedlichen Arbeitsweisen in den wissenschaftlichen Fachbereichen berücksichtigt. Im Verlauf eines Projekttages werden den Schülerinnen und Schülern in einer zentralen Veranstaltung und in Gruppen diese schulinternen Kriterien vermittelt.

### **Exkursionen**

Es können in der Qualifikationsphase nach Möglichkeit und in Absprache mit der Stufenleitung unterrichtsbegleitende Exkursionen zu verschiedenen Themen des gültigen KLP durchgeführt werden. Aus Sicht der Biologie sind folgende Exkursionsziele und Themen denkbar:

#### **Q1.1: Exkursionstag an eine neurologische Abteilung im Klinikum**

Schülerinnen und Schüler sollen einen Einblick in Diagnose- und Therapieverfahren von verschiedenen Gehirn- bzw. Rückenmarkserkrankungen (z. B. Schlaganfälle, epileptische Anfälle, Migräne, Multiple Sklerose und andere entzündliche Erkrankungen, gut- oder bösartigen Tumore, Bewegungsstörungen wie Morbus Parkinson) sowie Erkrankungen des peripheren Nervensystems (z. B. Guillain-Barré-Syndrom) und der Muskeln erhalten.

#### **Q1.2: z.B.**

**Experimente zu verschiedenen molekulargenetischen und gentechnischen Verfahren (z.B. schulintern)**

**Alternativ: Exkursion zum Teutolab in Bielefeld, um**

- **Biotechnologie hautnah zu erleben**

- **eigene Forschungsfragen zu entwickeln, Lösungsstrategien auszuprobieren und die Ergebnisse zu diskutieren**
- **spannende und faszinierende Einblicke in den Forschungsalltag zu erhalten**
- **Theorie und Praxis miteinander zu verbinden**

Die in Teutolab angebotenen Versuche verwenden verschiedene Analytiken aus dem Bereich der Molekularbiologie. In Verbindung mit einem Seminar zum theoretischen Hintergrund werden gängige Methoden (DNA-Isolierung, PCR, Restriktionsspaltung, Gelelektrophorese, Datenbankgestützte Sequenzauswertung, u.a.) praxisnah vermittelt. Der angebotene Stoff soll Ergänzungen zu Abiturthemen liefern.

#### **Q2.1: z.B.**

- **Exkursion in das Klimahaus in Bremerhaven**
- **Gewässerökologische Exkursion – See und Fließgewässer z.B. am Obersee und dem Johannesbach in Bielefeld**
  - ➔ Bestimmung der Gewässergüte (biologische, chemische und strukturelle Parameter in Anlehnung an die EU-Wasserrahmenrichtlinie)

## **9 Qualitätssicherung und Evaluation**

### **Evaluation des schulinternen Curriculums**

Das schulinterne Curriculum stellt keine starre Größe dar, sondern ist als „lebendes Dokument“ zu betrachten. Dementsprechend werden die Inhalte überprüft, um ggf. Modifikationen vornehmen zu können. Die Fachkonferenz trägt durch diesen Prozess zur Qualitätsentwicklung und damit zur Qualitätssicherung des Faches Biologie bei.

Die Erfahrungen des vergangenen Schuljahres werden in der Fachschaft gesammelt, bewertet und eventuell notwendige Konsequenzen und Handlungsschwerpunkte formuliert.