

## **Hauscurriculum Biologie – Schuleigener Lehrplan**

**Sek II – Qualifikationsphase Jahrgang 12 und 13**

**nach dem Kerncurriculum für das Gymnasium  
- Niedersächsisches Kultusministerium 2022 -**

verabschiedet von der Fachgruppe Biologie am 20.03.2023

## 1. Einleitung

Die Qualifikationsphase dient dazu, die Fachkompetenzen des Vorunterrichts so zu sichern, dass die Schülerinnen und Schüler eine Fachkompetenz entwickeln, die sie dazu befähigt, sich selbstständig und reflektiert mit biologischen Fragestellungen auseinanderzusetzen. Das übergeordnete Ziel der Qualifikationsphase ist dabei die Erlangung einer Studierfähigkeit. Die Arbeitsweisen auf grundlegendem sowie erhöhtem Anforderungsniveau unterscheiden sich dabei nach dem Umfang, dem Grad der Abstraktion, der Komplexität sowie der Selbstständigkeit der Bearbeitung von Problemstellungen.

## 2. Inhaltsbereiche für die Qualifikationsphase (keine chronologische Reihenfolge!)

| Inhaltsbereiche                         | Unterrichtseinheiten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>QP 1 –</b><br>Leben und Energie      | <b>1.1</b> – Energienutzung ermöglicht die Aufrechterhaltung von Lebensprozessen<br><b>1.2</b> – Die Oxidation von Nährstoffen stellt Energie in Zellen bereit.<br><b>1.3</b> – Gärung stellt Energie unter aeroben Bedingungen bereit.<br><b>1.4</b> – Fotoautotrophe Lebewesen stellen energetisch nutzbare Stoffe her.<br><b>1.5</b> – Laubblätter grüner Pflanzen zeigen spezifische strukturelle und funktionale Anpassungen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>QP 2 –</b><br>Vielfalt des Lebens    | <b>2.1</b> – Durch spezifische Basenabfolgen in der DNA werden Informationen für die Struktur von Proteinen gespeichert und über die Proteinbiosynthese exprimiert.<br><b>2.2</b> – Die Steuerung der Genexpression führt zur Bildung spezifischer Proteine<br><b>2.3</b> – Mutationen in den Basensequenzen der DNA können zu hereditären Erkrankungen führen. Gentechnische Verfahren werden zur Diagnose und Behandlung genetisch bedingter Erkrankungen genutzt.<br><b>2.4</b> – Der fehlgesteuerte Zellzyklus kann zur Bildung von Krebszellen führen.<br><b>2.5</b> – Abgestufte Ähnlichkeiten von Organismen dienen als Belege für die Rekonstruktion der gemeinsamen Abspaltung<br><b>2.6</b> – Genetische Variabilität innerhalb von Populationen ändert sich von Generation zu Generation. Evolution führt über die Bildung neuer Arten zur Biodiversität.<br><b>2.7</b> – Das Verhalten eines Individuums beeinflusst seine Überlebenswahrscheinlichkeit und reproduktive Fitness.<br><b>2.8</b> – Biologische und kulturelle Evolution führten zum Auftreten des rezenten Menschen. |
| <b>QP 3 –</b> Lebewesen in ihrer Umwelt | <b>3.1</b> – Wechselbeziehungen zwischen Organismen und Lebensraum bilden Ökosysteme. Biodiversität dient der Beschreibung des Zustands von Ökosystemen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                           | <p><b>3.2</b> – Die Rückwirkungen zwischen Individuenanzahl und Umweltbedingungen regulieren das Populationswachstum in Ökosystemen.</p> <p><b>3.3</b> – Die Wechselwirkungen in Ökosystemen lassen sich mithilfe von Stoff- und Energieflüssen beschreiben.</p> <p><b>3.4</b> – Die anthropogene Nutzung verändert die Stabilität von Ökosystemen. Eine nachhaltige Nutzung von Ressourcen kann unter Berücksichtigung der Regenerationsfähigkeit von Ökosystemen erreicht werden.</p> |
| <b>QP 4 –</b><br>Informationsverarbeitung<br>in Lebewesen | <p><b>4.1</b> – Reize lösen in Sinneszellen Erregung aus. Nervenzellen übertragen elektrisch und chemisch codierte Information.</p> <p><b>4.2</b> – Das Zusammenspiel von neuronaler und hormoneller Informationsübertragung ermöglicht Kommunikation zwischen Zellen.</p> <p><b>4.3</b> – Erfahrungen bewirken strukturelle Veränderungen des Gehirns.</p>                                                                                                                             |

Die folgenden Tabellen stellen Planungshilfen dar, mit denen die Berücksichtigung der verpflichtenden Kompetenzen sowie ihre Verteilung auf die vier Kurshalbjahre der Qualifikationsphase überprüft werden können. Die Zuordnung der fachspezifischen Kompetenzen in der digitalen Welt erfolgt beispielhaft und dient als möglicher Vorschlag.

Die Kompetenzbereiche *Sachkompetenz* (rot), *Erkenntnisgewinnungskompetenz* (blau), *Kommunikationskompetenz* (grün) und *Bewertungskompetenz* (gelb) werden in unterschiedlichen Farben hervorgehoben. Die fett gedruckten Kompetenzen sind ausschließlich für den Unterricht auf erhöhtem Niveau verbindlich.

### 3. Bewertung und Stundenumfang

Das Fach Biologie wird in der Qualifikationsphase der Sekundarstufe II auf grundlegendem Niveau 3-stündig und auf erhöhtem Anforderungsniveau 5-stündig unterrichtet. Die Anzahl und Dauer der Klausuren können der jeweils gültigen Fassung der Verordnung über die gymnasiale Oberstufe (VO-GO) entnommen werden. Der Schwerpunkt der Testaufgaben liegt im Anforderungsbereich II. Die Anforderungsbereiche I und III sind in einem angemessenen Verhältnis zu berücksichtigen, wobei der Anforderungsbereich I stärker als III gewichtet werden sollte. In Testaufgaben dienen Operatoren als Verben zur Beschreibung der geforderten Leistungen. Der Anteil der sonstigen Mitarbeit beträgt je nach Anzahl der Klausuren 50 % oder 60 %.

### 4. Semesterthemen

#### Semester I – Grundprinzipien des auf- und abbauenden Stoffwechsels

Die Gesamtheit der chemischen Reaktionen, die in allen Zellen ablaufen, bezeichnet man als Stoffwechsel. Im ersten Semester der Qualifikationsphase werden in diesem Zusammenhang die Reaktionen der Fotosynthese und der Zellatmung näher beleuchtet, um an ihnen wesentliche Grundprinzipien aller Stoffwechselreaktionen zu verstehen und zentrale Dreh- und Angelpunkte des Stoffwechsels kennenzulernen. Dabei geht es vor allem um die energetische Kopplung, die über das Molekül Adenosintriphosphat (ATP) realisiert wird, sowie die Rolle von Reduktionsäquivalenten. Zu Beginn des Semesterthemas wird in diesem Zusammenhang nach der Darstellung der Organisationsebenen der Biologie die Bedeutung der Kompartimentierung der Zelle wiederholt, durch die separate Reaktionsräume mit stark

vergrößerter Oberfläche entstehen. Die folgenden Kompetenzen stammen hauptsächlich aus dem Inhaltsbereich 1 – Leben und Energie – und wurden in ihrer Reihenfolge sowohl vertikal als auch horizontal verändert.

### Unterrichtseinheit: abbauender Stoffwechsel

| Fachkompetenzen                                                                                                                                                                                                                                                        | Fachspezifische Kompetenzen in der digitalen Welt   | Fächerverbindende Aspekte und weitere Hinweise                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern Energieübertragung auf molekularer Ebene durch das ATP/ADP-System. (1.1)</li> </ul>                                                                                                                                   |                                                     | Sicherung des Energiebegriffs – Fächerübergreifender Bezug zur Physik                                                                                                                         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>nutzen eine geeignete Darstellungsform für das Prinzip der energetischen Kopplung. (1.1)</li> </ul>                                                                                                                             |                                                     |                                                                                                                                                                                               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben Redoxreaktionen als Elektronenübertragungen. (1.2)</li> </ul>                                                                                                                                                       |                                                     | Fächerübergreifender Bezug zur Chemie – Wiederholung der Definition des Redoxbegriffs                                                                                                         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>führen ein Experiment zur modellhaften Veranschaulichung von Redoxreaktionen bei Stoffwechselreaktionen durch. (1.2)</li> </ul>                                                                                                 | Nutzung digitaler Videotechniken                    | Blue-Bottle-Versuch                                                                                                                                                                           |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>skizzieren die Struktur des Mitochondriums unter Berücksichtigung von Kompartimentierung und Oberflächenvergrößerung. (1.2)</li> </ul>                                                                                          |                                                     | Wiederholung der Zellorganellen und Systemebenen der Biologie nötig.                                                                                                                          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Bildung von CO<sub>2</sub>, ATP sowie NADH+H<sup>+</sup> und FADH<sub>2</sub> beim oxidativen Abbau von Glucose.</li> </ul>                                                                                       |                                                     |                                                                                                                                                                                               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>werten Befunde zur Wirkung der Phosphofructokinase im Hinblick auf das Prinzip der Rückkopplung aus. (1.2)</li> </ul>                                                                                                           |                                                     |                                                                                                                                                                                               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>stellen die Stoff- und Energiebilanz der vier Teilschritte der Zellatmung strukturiert dar. (1.2)</li> </ul>                                                                                                                    |                                                     |                                                                                                                                                                                               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Synthese von ATP anhand des chemiosmotischen Modells sowie die Bildung von Wasser bei der Atmungskette. (1.2)</li> </ul>                                                                                          |                                                     |                                                                                                                                                                                               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>diskutieren die Möglichkeiten und Grenzen des energetischen Modells der Atmungskette. (1.2)</li> </ul>                                                                                                                          |                                                     | Schulung der Modellkritik                                                                                                                                                                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Abgabe von Wärme bei der Nutzung von Energie als Energieentwertung. (1.1)</li> </ul>                                                                                                                              |                                                     | Klärung von Grundprinzipien des Energiebegriffes nötig (fächerübergreifender Bezug zur Physik)                                                                                                |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>unterscheiden bei der Thermogenese zwischen kausalen und funktionalen Erklärungen. (1.1)</li> </ul>                                                                                                                             |                                                     | Thematisierung am Beispiel des braunen Fettgewebes der Säuglinge                                                                                                                              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die ATP-Synthese beim Glucoseabbau unter anaeroben Bedingungen bei Milchsäuregärung und alkoholischer Gärung. (1.3)</li> </ul>                                                                                        |                                                     |                                                                                                                                                                                               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Abhängigkeit der Gärung von Temperatur und Substratkonzentration auf Enzyme Ebene. (1.3)</li> </ul>                                                                                                               |                                                     | Rückgriff zur Einführungsphase                                                                                                                                                                |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>planen ein hypothesengeleitetes Experiment zur alkoholischen Gärung unter Berücksichtigung des Variablengefüges, führen dieses durch, nehmen Daten auf, werten sie aus und widerlegen oder stützen Hypothesen. (1.3)</li> </ul> | digitale Erfassung der Beobachtungen und Ergebnisse | Experiment: Hefesuspension und Glucoselösung; späterer Nachweis des Produkts Kohlenstoffdioxid durch Kalkwasserprobe<br>Nutzung der Gärröhrchen nach Einhorn<br>Anwendung: Alco-Test-Röhrchen |

- erklären die Regeneration des NAD<sup>+</sup> bei der Gärung als Angepasstheit an anaerobe Bedingungen funktional. (1.3)

Klärung des Redoxbegriffes (fächerübergreifender Bezug zur Chemie)

## Unterrichtseinheit: aufbauender Stoffwechsel

| Fachkompetenzen                                                                                                                                                                                                          | Fachspezifische Kompetenzen in der digitalen Welt                     | Fächerverbindende Aspekte und weitere Hinweise                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| • beschreiben die Struktur eines bifazialen Laubblatts. (1.5)                                                                                                                                                            |                                                                       | Rückgriff zu biologischen Systemebenen aus der Sek I nötig                                                                                                                         |
| • mikroskopieren und zeichnen den selbstständig angefertigten Blattquerschnitt eines bifazialen Laubblatts. (1.5)                                                                                                        | Fotografie des Blattquerschnitts                                      | Anfertigung des Blattquerschnitts mithilfe der Möhrentechnik, Fokus auf ausreichender Anfertigung einer Zeichnung (alles zeichnen was man sieht!)                                  |
| • erklären Modifikationen bei Sonnen- und Schattenblättern funktional. (1.5)                                                                                                                                             | Recherche mikroskopischer Bilder                                      | Mikroskopie der vorhandenen Dauerpräparate                                                                                                                                         |
| • skizzieren die Struktur eines Chloroplasten unter Berücksichtigung der Kompartimentierung. (1.4)                                                                                                                       |                                                                       | Rückgriff zu Zellorganellen aus der Einführungsphase (Kompetenz laut KC im Rahmen des energetischen Modells der Atmungskette zu behandeln)                                         |
| • beschreiben die Absorption von Licht verschiedener Wellenlängen durch Blattpigmente. (1.4)                                                                                                                             |                                                                       | Fächerübergreifender Bezug zur Physik – Spektrum des sichtbaren Lichts                                                                                                             |
| • führen eine Dünnschichtchromatografie zur Trennung von Fotosynthesepigmenten durch und werten das Chromatogramm aus. (1.4)                                                                                             | Digital gestützte Sicherung der Beobachtungen; Videotechniken möglich |                                                                                                                                                                                    |
| • leiten das Wirkungsspektrum aus den Absorptionsspektren verschiedener Pigmente ab. (1.4)                                                                                                                               |                                                                       |                                                                                                                                                                                    |
| • beschreiben energetische Anregung der Elektronen in Lichtsammelkomplexen von Fotosystemen. (1.4)                                                                                                                       |                                                                       | Schärfung des Fachbegriffs „Lichtsammelkomplex“                                                                                                                                    |
| • planen ein Experiment zur Funktion von Chlorophyll als lichtsensibles Redoxpigment unter Berücksichtigung des Variablengefüges, nehmen Daten auf und werten sie unter Berücksichtigung von Redoxpotenzialen aus. (1.4) |                                                                       | Experiment: Photoreduktion von Methylrot durch Chlorophyll und Ascorbinsäure (Wild, A.: Schmitt, V.: Biochemische und physiologische Versuche mit Pflanzen, Springer, Berlin 2012) |
| • stellen das energetische Modell der Primärreaktionen schematisch dar. (1.4)                                                                                                                                            | Digitale Erstellung des Diagramms                                     | Fächerübergreifender Bezug zur Chemie – Redoxpotenzial                                                                                                                             |
| • erläutern die ATP-Synthese der Primärreaktionen der Fotosynthese anhand des chemiosmotischen Modells. (1.4)                                                                                                            |                                                                       |                                                                                                                                                                                    |
| • erläutern Fixierungs-, Reduktions- und Regenerationsphase als Teilschritte der Sekundärreaktionen. (1.4)                                                                                                               |                                                                       |                                                                                                                                                                                    |
| • leiten anhand vorliegender Daten aus einer Tracer-Untersuchung Teilschritte von Stoffwechselwegen ab. (1.4)                                                                                                            |                                                                       |                                                                                                                                                                                    |
| • stellen den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen auf stofflicher und energetischer Ebene schematisch dar. (1.4)                                                                                        |                                                                       | Begriffserläuterung: Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung                                                                                                                     |
| • erläutern die Abhängigkeiten der Fotosyntheserate von Lichtintensität, Temperatur und Kohlenstoffdioxidkonzentration. (1.4)                                                                                            |                                                                       | Thematisierung im zweiten Semester möglich bzw. Rückgriff nötig; Schulung methodischer Kompetenzen im Umgang mit Diagrammen                                                        |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>entwickeln Fragestellungen mit Bezug auf Abhängigkeit der Fotosynthese-Rate von einem ausgewählten abiotischen Faktor, planen ein hypothesengeleitetes Experiment unter Berücksichtigung des Variablengefüges, führen dieses durch, nehmen Daten auf, werten sie auch unter Berücksichtigung von Fehlerquellen aus, widerlegen oder stützen Hypothesen und reflektieren die Grenzen der Aussagekraft der eigenen experimentellen Daten. (1.4)</li> </ul> | Digital gestützte Sicherung der Beobachtungen; Videotechniken möglich | Untersuchung der Temperaturabhängigkeit der Fotosynthese: Bläschenzählmethode (Wasserpest), Untersuchung der Lichtintensität-Abhängigkeit der Fotosynthese: Wasserpest in Leuko-Indigokarminlösung mit Vollspektrumlampe; Hinweis auf Bedeutung des Kontrollansatzes nötig, Darstellung des Weges der Erkenntnisgewinnung zur Schulung der <i>scientific literacy</i> wird empfohlen |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>präsentieren ihre Lern- und Arbeitsergebnisse sachgerecht. (1.4)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Nutzung digitaler Präsentationsformen                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern Struktur- und Funktionsbeziehungen bei meso- und xerophytischen Laubblättern. (1.5)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                       | Begriffserläuterung: Basiskonzept Struktur und Funktion                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>werten Daten zu unterschiedlichen Fotosyntheseraten in C<sub>3</sub>- und C<sub>4</sub>-Pflanzen im Hinblick auf Angepasstheiten aus. (1.5)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                       | Thematisierung der Pflanze Mais als Fotosynthespezialist im Zusammenhang mit der Vermaisung der Landschaft möglich                                                                                                                                                                                                                                                                   |

## Semester 2 – Ökologische Einflüsse auf Ökosysteme

Im Rahmen der Ökologie werden Beziehungen zwischen Lebewesen untereinander und ihrer Umwelt erforscht. Dieser Zweig der Biologie wurde im Rahmen von Naturbeobachtungen schon seit jeher vom Menschen betrieben und sicherte für viele Vorgängergenerationen das Überleben. Nach der Thematisierung abiotischer und biotischer Faktoren werden die Besonderheiten ganzer Populationsentwicklungen betrachtet und als Zusammenführung aller Erkenntnisse schließlich auch das Ökosystem als Gesamtheit von Biotop und Biozönose. Ein Schwerpunkt des zweiten Semesters liegt zudem in der Schulung der Bewertungskompetenz anhand der kritischen Betrachtung anthropogener Einflüsse auf die Natur aus sozialer, ökonomischer und ökologischer Perspektive. Die Fachgruppe entschließt sich für die schwerpunktmäßige Thematisierung der Kompetenzen anhand des Ökosystems Wald. Exkurse zum Ökosystem See – insbesondere zur Thematisierung des Stickstoffkreislaufes – werden angestrebt. Die folgenden Fachkompetenzen stammen hauptsächlich aus dem Inhaltsbereich 3 – Lebewesen in ihrer Umwelt.

### Unterrichtseinheit: abiotische und biotische Faktoren

| Fachkompetenzen                                                                                                                                                                                                                                                              | Fachspezifische Kompetenzen in der digitalen Welt | Fächerverbindende Aspekte und weitere Hinweise                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>vergleichen unter Bezug auf biotische und abiotische Faktoren physiologische und ökologische Potenz. (3.1)</li> </ul>                                                                                                                 |                                                   |                                                                                                                                                                                                                |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>planen ein Experiment zur Toleranz von Organismen gegenüber einem ausgewählten abiotischen Faktor und führen es unter Berücksichtigung des Variablengefüges durch, nehmen quantitative Daten auf und werten sie aus. (3.1)</li> </ul> |                                                   | Experimentelle Durchführung einer Temperaturorgel mit Insekten oder Durchführung des „Madenrennens“<br>Der Hinweis, dass dabei nur Präferenzkurven und keine Toleranzkurven dargestellt werden, muss erfolgen. |

|                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                   |                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                   | Alternativ: Wachstumsversuche mit Kresse, Hohenheimer-Grundwasserversuch                                                            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• präsentieren die erhobenen Daten zur Toleranz von Organismen gegenüber einem abiotischen Faktor mithilfe einer geeigneten Darstellungsform. (3.1)</li> </ul>                             | Präsentation kurzer Video- oder Stop-Motion-Sequenzen                                             |                                                                                                                                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern das Ökosystem als Beziehungsgefüge zwischen Biotop und Biozönose unter Einbeziehung der spezifischen biotischen und abiotischen Faktoren. (3.1)</li> </ul>                     | Nutzung digitaler Möglichkeiten zur Wiederholung von Fachbegriffen (z.B. Erstellung von Quizlets) |                                                                                                                                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden labor- und freilandbiologische Geräte und Techniken zur qualitativen und quantitativen Erfassung von Arten in einem Areal sachgerecht an. (3.1)</li> </ul>                        |                                                                                                   | Durchführung von Untersuchungen im schuleigenen Waldstück; gegebenenfalls Hinzuziehen des Försters<br>Untersuchung eines Transektes |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• interpretieren die Ergebnisse freilandbiologischer Untersuchungen und leiten Aussagen zur Biodiversität ab. (3.1)</li> </ul>                                                             |                                                                                                   |                                                                                                                                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern inter- und intraspezifische Konkurrenz, Räuber-Beute-Beziehung, Parasitismus und Symbiose als Wechselbeziehungen zwischen Organismen an konkreten Beispielen. (3.1)</li> </ul> | Darstellung mithilfe digitaler Mapping-Verfahren (Simple Mind)                                    |                                                                                                                                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• werten Ökogramme im Hinblick auf interspezifische Konkurrenz aus. (3.1)</li> </ul>                                                                                                       |                                                                                                   |                                                                                                                                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen die ökologische Nische als Beziehungsgefüge zwischen einer Art und ihrer Umwelt mithilfe einer geeigneten Darstellungsform dar. (3.1)</li> </ul>                                 | s.o. (Simple Mind)                                                                                | Erstellung einer komplexen Concept-Map (Erweiterung mit anderen Fachrichtungen der Ökologie möglich)                                |

## Unterrichtseinheit: Ökosysteme und Nachhaltigkeit

| Fachkompetenzen                                                                                                                                                                                                                                | Fachspezifische Kompetenzen in der digitalen Welt                     | Fächerverbindende Aspekte und weitere Hinweise                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern exponentielle und logistische Entwicklungen von Populationen vor dem Hintergrund von Regulation in Ökosystemen. (3.2)</li> </ul>                                                            |                                                                       | Schulung der methodischen Diagramm-Kompetenz                                           |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären r- und K-Fortpflanzungsstrategien funktional. (3.2)</li> </ul>                                                                                                                               |                                                                       |                                                                                        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Biomassetransfer und Energienutzung in Nahrungsketten und -netzen. (3.3)</li> </ul>                                                                                                         |                                                                       | Schärfung des Energiebegriffs notwendig (Thematisierung von Fehlvorstellungen möglich) |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• wählen Daten zu einer hormonartig wirkenden Substanz in einer Nahrungskette aus und erschließen dazu Informationen aus Quellen mit verschiedenen, auch komplexen Darstellungsformen. (3.3)</li> </ul> | Digitale Recherche auf der Basis einer kritischen Quellenanalyse      | Thematisierung am Beispiel von Weichmachern im Trinkwasser                             |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Stoffflüsse in Ökosystemen der Biosphäre anhand des Kohlenstoffkreislaufs. (3.3)</li> </ul>                                                                                                 |                                                                       | Am Beispiel Ökosystem Wald                                                             |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• diskutieren evidenzbasiert zu den Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffekts auf den Stofffluss in einer Nahrungskette. (3.3)</li> </ul>                                                         |                                                                       | Am Beispiel Ökosystem Wald                                                             |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• entwickeln auf Basis des ökologischen Fußabdrucks Handlungsoptionen in alltagsrelevanten Entscheidungssituationen</li> </ul>                                                                          | Nutzung und Vergleich verschiedener digitaler Fußabdruck-Berechnungen |                                                                                        |



|                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                          |                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| zur Kohlenstoffdioxidbilanz und wägen sie ab. (3.3)                                                                                                                                                                                              |                                                                          |                                                                                                            |
| • erläutern mikrobielle Stickstoff-Fixierung, Nitrifikation, Dentrifikation und Ammonifikation durch Mikroorganismen als Chemosynthese. (3.3)                                                                                                    |                                                                          | Exkurs zum Ökosystem See                                                                                   |
| • stellen einen Stickstoffkreislauf auf molekularer Ebene unter Berücksichtigung von Produzenten, Konsumenten und Destruenten schematisch dar. (3.3)                                                                                             |                                                                          | Vergleich mit Kohlenstoffkreislauf möglich                                                                 |
| • erläutern die Nutzung von Ressourcen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung unter Berücksichtigung von Biodiversität. (3.4)                                                                                                                   | Durchführung eines interaktiven Planspiels (z.B. Überfischung der Meere) |                                                                                                            |
| • reflektieren kurz- und langfristige sowie lokale und globale Folgen einer Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahme und bewerten deren Auswirkungen im Hinblick auf Nachhaltigkeit aus ökologischer, ökonomischer und sozialer Perspektive. (3.4) | Recherche verschiedener Methoden zur Bewertung und Entscheidungsfindung  | Schulung der Bewertungskompetenz durch Anwendung konkreter Methoden zur Bewertung und Entscheidungsfindung |

### Semester 3 – Molekulargenetik als Grundlage der Evolution

Der Prozess der Evolution wurde mittlerweile als Evolutionstheorie formuliert und gilt damit als Tatsache. Erkenntnisse aus sämtlichen biologischen Fachbereichen, vor allem aus der Genetik, stützen diese Theorie. Im dritten Semesterthema werden aufbauend auf den Grundlagen der Molekulargenetik evolutive Prozesse und deren Grundlagen erarbeitet. Darüber hinaus werden im Rahmen der Genetik aktuelle Forschungsergebnisse am Beispiel des Krankheitsbildes Krebs genutzt und bioethische Aspekte der Gentherapie berücksichtigt, um die Bewertungskompetenz der Schülerinnen und Schüler zu schulen. Anhand der menschlichen Evolution werden nicht nur wesentliche Evolutionsfaktoren angewandt, sondern auch Erkenntnisse der Verhaltensbiologie zur Stützung der Synthetischen Evolutionstheorie genutzt. Die folgenden Fachkompetenzen stammen hauptsächlich aus dem Inhaltsbereich 2 – Vielfalt des Lebens.

#### Unterrichtseinheit: Molekulargenetik

| Fachkompetenzen                                                                                                              | Fachspezifische Kompetenzen in der digitalen Welt      | Fächerverbindende Aspekte und weitere Hinweise                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| • beschreiben die molekulare Struktur der DNA und erläutern die komplementäre Basenpaarung durch Wasserstoffbrücken. (2.1)   | Nutzung von 3-D-Modellen der DNA zur Veranschaulichung |                                                                                                       |
| • leiten aus Daten die Vervielfältigung von genetisch gespeicherter Information durch semikonservative Replikation ab. (2.1) |                                                        |                                                                                                       |
| • erläutern Transkription und Translation als Realisierung von genetisch gespeicherten Informationen. (2.1)                  |                                                        |                                                                                                       |
| • erklären Proteinviefalt durch alternatives Spleißen in der eukaryotischen Proteinbiosynthese funktional. (2.1)             |                                                        | Rückgriff zur Einführungsphase und Wiederholung der Stoffklasse der Proteine                          |
| • erläutern die Steuerung der Genexpression durch Hormone als Transkriptionsfaktoren. (2.2)                                  |                                                        | Unterscheidung der Genregulation bei Eukaryoten auf der Ebene der Transkription und Translation nötig |
| • erläutern RNA-Interferenz als Mechanismus zur Hemmung der Genexpression. (2.2)                                             |                                                        |                                                                                                       |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                               |                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• leiten aus umweltbedingten Methylierungsmustern der DNA ab, dass Genexpression über Methylierung gesteuert wird. (2.2)</li> </ul>                                                                                                                         |                                                               | Einführung des Begriffes „Epigenetik“                                                                                                                          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>erklären Genexpression durch Histonmodifikation proximat. (2.2)</b></li> </ul>                                                                                                                                                                         |                                                               | Klärung des Begriffs „proximate Erklärungen“                                                                                                                   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Genmutationen und ihre Auswirkungen auf Zell-, Organ- und Organismus-Ebene. (2.3)</li> </ul>                                                                                                                                                    | Recherche verschiedener Mutationstypen                        | Thematisierung am Kontext Mukoviszidose (Zelle: Chloridionen-Kanäle, Organ: Lunge, Organismus: red. Belastbarkeit); Rückbezug zu Osmose und Transportvorgängen |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben ein gentherapeutisches Verfahren zum Austausch von DNA-Sequenzen. (2.3)</li> </ul>                                                                                                                                                            |                                                               | Nutzung des Kontextes „CRISPR/Cas-Verfahren“                                                                                                                   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• leiten aus Familienstammbäumen die Wahrscheinlichkeit des Auftretens hereditärer Erkrankungen ab. (2.3)</li> </ul>                                                                                                                                        |                                                               |                                                                                                                                                                |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• bewerten bioethische Aspekte eines Gentests in der genetischen Beratung auch unter Unterscheidung deskriptiver und normativer Aussagen, bilden sich kriteriengeleitet Meinungen, treffen Entscheidungen und reflektieren Entscheidungen. (2.3)</li> </ul> |                                                               | Thematisierung am Kontext „Präimplantationsdiagnostik“                                                                                                         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>beschreiben die Entstehung von Krebs als unkontrollierte Teilungen und Wachstum von Zellen. (2.4)</b></li> </ul>                                                                                                                                       |                                                               | Thematisierung am Beispiel Hautkrebs (ungefähr 5 Doppelstunden für die UE Krebs)                                                                               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• werten Forschungsbefunde zur Beeinflussung des Zellzyklus durch mutierte oder epigenetisch modifizierte Onkogene und Anti-Onkogene beziehungsweise ihrer Genprodukte aus. (2.4)</li> </ul>                                                                | Recherche der Studienlage                                     | kritische Auseinandersetzung mit wissenschaftlichen Quellen                                                                                                    |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>recherchieren zu einem Verfahren der personalisierten Krebsmedizin und wählen passende Quellen aus. (2.4)</b></li> </ul>                                                                                                                               | Nutzung verschiedener wissenschaftlicher Rechercheplattformen |                                                                                                                                                                |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die molekularen Vorgänge bei PCR und Gelelektrophorese. (2.5)</li> </ul>                                                                                                                                                                        |                                                               |                                                                                                                                                                |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• deuten Aminosäure- und DNA-Sequenzen als molekularbiologische Homologien für phylogenetische Verwandtschaft. (2.5)</li> </ul>                                                                                                                             |                                                               |                                                                                                                                                                |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• erstellen und interpretieren Stammbäume auf der Grundlage von ursprünglichen und abgeleiteten Merkmalen zur Darstellung von phylogenetischer Verwandtschaft. (2.5)</li> </ul>                                                                             |                                                               |                                                                                                                                                                |

## Unterrichtseinheit: Evolutive Prozesse

| Fachkompetenzen                                                                                                                                                                                                                                    | Fachspezifische Kompetenzen in der digitalen Welt | Fächerverbindende Aspekte und weitere Hinweise |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern das Zusammenwirken von Rekombination, Mutation, genetischer Variabilität und phänotypischer Variation, reproduktive Fitness, Isolation und Drift bei Selektion und Artbildung. (2.6)</li> </ul> |                                                   |                                                |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den populationsgenetischen Artbegriff. (2.6)</li> </ul>                                                                                                                                       |                                                   |                                                |

|                                                                                                                                                                                       |                                                        |                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• simulieren evolutive Prozesse und diskutieren die Möglichkeiten und Grenzen des Modells. (2.6)</li> </ul>                                    |                                                        |                                                                                        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• grenzen die synthetische Evolutionstheorie von nichtwissenschaftlichen Vorstellungen ab. (2.6)</li> </ul>                                    | Recherche nichtwissenschaftlicher Vorstellungen        |                                                                                        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären Koevolution ultimat und vermeiden dabei finale Begründungen. (2.6)</li> </ul>                                                       |                                                        | Vergleich von ultimat und finalen Begründungen                                         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren Kosten und Nutzen von Verhaltensweisen hinsichtlich ihrer Konsequenzen für die reproduktive Fitness. (2.7)</li> </ul>            |                                                        | mögliche Thematisierung am Beispiel der sexuellen Selektion                            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären Verhaltensweisen aus ultimat und proximat Sicht und vermeiden finale Aussagen. (2.7)</li> </ul>                                     |                                                        | Vergleich von ultimat und proximat Aussagen                                            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern exogene und endogene Ursachen für das Sozialverhalten von Primaten. (2.7)</li> </ul>                                               |                                                        | Vorstellung des Fachgebietes der Verhaltensbiologie                                    |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• beobachten und dokumentieren geschlechtsspezifische Verhaltensweisen von Primaten und leiten deren adaptiven Wert ab. (2.7)</li> </ul>       | Nutzung des digitalen Videomaterials des Zoos Hannover | Exkursion zu einem außerschulischen Lernort möglich (z.B. Zoo Osnabrück oder Hannover) |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären Maximierung der reproduktiven Fitness anhand von Paarungssystemen bei Primaten funktional. (2.7)</li> </ul>                         |                                                        |                                                                                        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichen Hypothesen zum evolutiven Ursprung und zur Ausbreitung des rezenten Menschen. (2.8)</li> </ul>                                   |                                                        |                                                                                        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• rekonstruieren einen Stammbaum der menschlichen Evolution auf Basis ausgewählter morphologischer Merkmale. (2.8)</li> </ul>                  |                                                        |                                                                                        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• prüfen Fossilfunde hinsichtlich ihrer Aussagekraft bei der Rekonstruktion von phylogenetischer Verwandtschaft des Menschen. (2.8)</li> </ul> |                                                        |                                                                                        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• beurteilen den Einfluss der kulturellen Evolution anhand von Sprach- und Werkzeuggebrauch auf die menschliche Evolution. (2.8)</li> </ul>    |                                                        |                                                                                        |

## Semester 4 – Neuronale und hormonelle Informationsverarbeitung

Die grundlegenden Vorgänge in Nervenzellen und Nervensystemen werden durch das Fachgebiet der Neurobiologie erforscht. Im vorliegenden vierten Semesterthema liegt der Schwerpunkt dabei auf der Weiterleitung von Signalen innerhalb der Nervenzelle sowie zwischen den Nervenzellen an Synapsen. Die Wirkungsweise verschiedener Synapsengifte zeigt dabei die Bedeutung dieser Informationsweiterleitung für den gesamten Organismus. Nach der Thematisierung der Wirkungsweise von Peptid- und Steroidhormonen werden das neuronale und das hormonelle System gegenübergestellt und Verschränkungen aufgedeckt. Die folgenden Fachkompetenzen stammen hauptsächlich aus dem Inhaltsbereich 4 – Informationsverarbeitung in Lebewesen.

### Unterrichtseinheit: Neuronale und hormonelle Informationsverarbeitung

| Fachkompetenzen | Fachspezifische Kompetenzen in der digitalen Welt | Fächerverbindende Aspekte und weitere Hinweise |
|-----------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------|
|-----------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                           |                                                       |                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Entstehung und Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials auch unter Berücksichtigung des Prinzips des Fließgleichgewichts sowie den Ablauf des Aktionspotenzials. (4.1)</li> </ul>      |                                                       |                                                                                                                                                                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• leiten aus Potenzialmessungen Ionenströme an Axonen ab. (4.1)</li> </ul>                                                                                                                         | Recherche geeigneter digitaler Simulationen           |                                                                                                                                                                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• skizzieren die Struktur eines Neurons schematisch. (4.1)</li> </ul>                                                                                                                              | Nutzung elektronenmikroskopischer Bilder              | Definition der Begriffe „Skizze“ und „Zeichnung“; Rückbezug zur Sekundarstufe I nötig                                                                               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Codierung von Information bei der Übertragung von Erregung zwischen Nervenzellen sowie Nerven- und Muskelzellen an cholinergen Synapsen. (4.1)</li> </ul>                          |                                                       |                                                                                                                                                                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• simulieren kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung am Axon und diskutieren Möglichkeiten und Grenzen des Modells. (4.1)</li> </ul>                                                    | Nutzung von Stop-Motion-Videos zur Modelldarstellung  | Darstellung durch Dominosteine, Durchführung des Versuchs zum Ostwald-Lillie'schen Modell möglich                                                                   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• recherchieren zu neuronalen Störungen durch Stoffeinwirkungen an Synapsen und wählen passende Quellen aus. (4.1)</li> </ul>                                                                      |                                                       | Gegenüberstellung verschiedener Synapsengifte                                                                                                                       |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die molekularen Vorgänge an einer hemmenden Synapse. (4.1)</li> </ul>                                                                                                                |                                                       |                                                                                                                                                                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• interpretieren Daten zur neuronalen Verrechnung, indem sie aus ihnen räumliche und zeitliche Summation ableiten. (4.1)</li> </ul>                                                                |                                                       |                                                                                                                                                                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Bildung von Rezeptorpotenzialen an primären sowie sekundären Sinneszellen als Folge von Signaltransduktion. (4.1)</li> </ul>                                                       |                                                       |                                                                                                                                                                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die chemische Informationsübertragung durch Peptid- und Steroidhormone, die aus Drüsenzellen in das Blut sezerniert werden und Reaktionen in anderen Zellen bewirken. (4.2)</li> </ul> |                                                       | Thematisierung am Beispiel von Endorphinen als Neuropeptide möglich; Gegenüberstellung von lipophilen und hydrophilen Hormonen (Basiskonzept Struktur und Funktion) |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• leiten aus komplexen Darstellungsformen die Verknüpfung neuronaler und hormoneller Informationsübertragung ab. (4.2)</li> </ul>                                                                  |                                                       |                                                                                                                                                                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern neuronale Plastizität als Umbau zellulärer Strukturen des Gehirns beim Lernen. (4.3)</li> </ul>                                                                                        | Exemplarische Durchführung von Gehirnjogging-Methoden | Beschreibung verschiedener Gedächtnistypen                                                                                                                          |