Städtisches Gymnasium Barntrup

Große Twete 5
32683 Barntrup
Tel.: +49 (0)5263 95165
Fax: +49 (0)5263 95166
sekretariat@gymnasium-barntrup.de

Schulinterner Lehrplan
zum Kernlehrplan für die gymnasiale Oberstufe

Biologie

Stand: Oktober 2020

Inhaltsverzeichnis

1. Einführungsphase 3

1.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben Einführungsphase 3

1.2 Einführungsphase: Mögliche konkretisierte Unterrichtsvorhaben für das 1.Halbjahr: 5

1.2.1 EF UV 1 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung: 6

1.2.2 EF UV 2 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung: 8

1.2.3 EF UV 3 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung: 11

1.3 Einführungsphase: Mögliche konkretisierte Unterrichtsvorhaben für das 2.Halbjahr: 15

1.3.1 EF UV 4 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung: 16

1.3.2 EF UV 5 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung: 20

2. Qualifikationsphase 1 Grundkurs 24

2.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase 1 GK 24

2.2 Qualifikationsphase 1 GK: Mögliche konkretisierte Unterrichtsvorhaben für das 1.Halbjahr: 26

2.2.1 Q1 GK UV 1 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung: 27

2.2.2 Q1 GK UV 2 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung: 30

2.2.3 Q1 GK UV 3 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung: 32

2.3 Qualifikationsphase 1 GK: Mögliche konkretisierte Unterrichtsvorhaben für das 2.Halbjahr: 34

2.3.1 Q1 GK UV 4 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung: 35

2.3.2 Q1 GK UV 5 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung: 36

2.3.3 Q1 GK UV 6 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung: 38

2.3.4 Q1 GK UV 7 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung: 40

3. Qualifikationsphase 2 Grundkurs 42

3.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase 2 GK 42

3.2 Qualifikationsphase 2 GK: Mögliche konkretisierte Unterrichtsvorhaben für das 1.Halbjahr: 44

3.2.1 Q2 GK UV 1 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung: 45

3.2.2 Q2 GK UV 2 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung: 48

3.2.3 Q2 GK UV 3 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung: 50

3.3 Qualifikationsphase 2 GK: Mögliche konkretisierte Unterrichtsvorhaben für das 2.Halbjahr: 52

3.3.1 Q2 GK UV 4 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung: 53

3.3.2 Q2 GK UV 5 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung: 55

4. Qualifikationsphase 1 Leistungskurs 58

4.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase 1 LK 58

4.2 Qualifikationsphase 1 LK: Mögliche konkretisierte Unterrichtsvorhaben für das 1.Halbjahr: 60

4.2.1 Q1 LK UV 1 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung: 61

4.2.2 Q1 LK UV 2 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung: 68

4.3 Qualifikationsphase 1 GK: Mögliche konkretisierte Unterrichtsvorhaben für das 2.Halbjahr: ... 74
4.3.1 Q1 LK UV 3 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung: ... 75
4.3.2 Q1 LK UV 4 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung: ... 81
4.3.3 Q1 LK UV 5 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung: ... 84
4.3.4 Q1 LK UV 6 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung: ... 86
4.3.5 Q1 LK UV 7 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung: ... 90

5. Qualifikationsphase 2 Grundkurs ... 95

5.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase 2 GK ... 95

5.2 Qualifikationsphase 2 GK: Mögliche konkretisierte Unterrichtsvorhaben für das 1.Halbjahr: ... 97
5.2.1 Q2 GK UV 1 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung: ... 98
5.2.2 Q2 GK UV 2 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung: ... 102
5.2.3 Q2 GK UV 3 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung: ... 104
5.2.4 Q2 GK UV 4 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung: ... 107

5.3 Qualifikationsphase 2 GK: Mögliche konkretisierte Unterrichtsvorhaben für das 2.Halbjahr: ... 110
5.3.1 Q2 GK UV 5 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung: ... 111
5.3.2 Q2 GK UV 6 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung: ... 117
5.3.3 Q2 GK UV 7 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung: ... 121

1. Einführungsphase

1.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben Einführungsphase

Einführungsphase	
Unterrichtsvorhaben I: **Thema/Kontext:** Wie sind Zellen aufgebaut und organisiert **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung**: • UF3 Systematisierung • E7 Arbeits- und Denkweisen **Inhaltsfeld**: IF 1 (Biologie der Zelle) **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Zellaufbau **Zeitbedarf**: ca. 18 Std. à 45 Minuten	*Unterrichtsvorhaben II:* **Thema/Kontext:** Bedeutung von Biomembranen **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** • UF1 Wiedergabe • E6 Modelle • E7 Arbeits- und Denkweisen • K1 Dokumentation • K3 Präsentation **Inhaltsfeld**: IF 1 (Biologie der Zelle) **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Biomembran◆ Stofftransport zwischen Kompartimenten **Zeitbedarf**: ca. 20 Std. à 45 Minuten
Unterrichtsvorhaben III: **Thema/Kontext:** Zellkern **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** • UF4 Vernetzung • B4 Entscheidungen **Inhaltsfeld**: IF 1 (Biologie der Zelle) **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Zellverdopplung und DNA ◆ Funktion des Zellkerns **Zeitbedarf**: ca. 12 Std. à 45 Minuten	*Unterrichtsvorhaben IV:* **Thema/Kontext:** Biokatalysatoren und deren Einfluss auf das Leben **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** • E3 Hypothesen • E4 Untersuchungen • E5 Auswertung • K2 Recherche • K4 Argumentation **Inhaltsfeld**: IF 2 (Energiestoffwechsel)

	Inhaltliche Schwerpunkte: ◆ Enzyme **Zeitbedarf**: ca. 26 Std. à 45 Minuten
Unterrichtsvorhaben V: **Thema/Kontext:** Energiestoffwechsel **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** • UF2 Auswahl • E1 Probleme und Fragestellung • E2 Wahrnehmung und Messung • B1 Kriterien • B2 Entscheidungen • B3 Werte und Normen **Inhaltsfeld**: IF 2 (Energiestoffwechsel) **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Dissimilation ◆ Körperliche Aktivität und Stoffwechsel **Zeitbedarf**: ca. 12 Std. à 45 Minuten	
Summe Einführungsphase: 88 Stunden	

1.2 Einführungsphase: Mögliche konkretisierte Unterrichtsvorhaben für das 1.Halbjahr:

Inhaltsfeld: IF 1 Biologie der Zelle

- **Unterrichtsvorhaben I:** Kein Leben ohne Zelle I – *Wie sind Zellen aufgebaut und organisiert?*
- **Unterrichtsvorhaben II:** Kein Leben ohne Zelle II – *Welche Bedeutung haben Zellkern und Nukleinsäuren für das Leben?*
- **Unterrichtvorhaben III:** Erforschung der Biomembran – *Welche Bedeutung haben technischer Fortschritt und Modelle für die Forschung?*

Inhaltliche Schwerpunkte:
- Zellaufbau
- Biomembranen
- Stofftransport zwischen Kompartimenten
- Funktion des Zellkerns
- Zellverdopplung und DNA

Basiskonzepte:

System
Prokaryot, Eukaryot, Biomembran**,** Zellorganell, Zellkern, Chromosom, Makromolekül, Cytoskelett, Transport, Zelle, Gewebe, Organ, Plasmolyse

Struktur und Funktion
Cytoskelett, Zelldifferenzierung, Zellkompartimentierung, Transport, Diffusion, Osmose, Zellkommunikation, Tracer

Entwicklung
Endosymbiose, Replikation, Mitose, Zellzyklus, Zelldifferenzierung

Zeitbedarf: ca. 50 Std. à 45 Minuten

1.2.1 EF UV 1 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben I: **Thema/Kontext:** Wie sind Zellen aufgebaut und organisiert			
Inhaltsfeld: IF 1 Biologie der Zelle			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Zellaufbau **Zeitbedarf**: ca. 18 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können • **UF3** biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidungen begründen • **E7** an ausgewählten Beispielen die Bedeutung, aber auch die Vorläufigkeit biologischer Modelle und Theorien beschreiben	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
SI-Vorwissen		***muliple-choice*-Test** zu Zelle, Gewebe, Organ und Organismus **Informationstexte** einfache, kurze Texte zum notwendigen Basiswissen	Möglichst selbstständiges Aufarbeiten des Basiswissens zu den eigenen Test-Problemstellen.
Organisationsebenen • Organismus, Organ, Gewebe, Zelle • pflanzliche und tierische Zellen • Zellorganellen	stellen den wissenschaftlichen Erkenntniszuwachs zum Zellaufbau durch technischen Fortschritt an Beispielen (durch Licht-, Elektronen- und Fluoreszenzmikroskopie) dar (E7).	Aufbau und Umgang mit dem Lichtmikroskop; Anfertigen mikroskopischer Zeichnungen **Mikroskopieren** Von Wasserpest, Zwiebel, Mundschleimhaut **Gruppenpuzzle** Zellorganellen	
Was sind pro- und eukaryotische Zellen und worin unterscheiden sie sich grundlegend?	beschreiben den Aufbau pro- und eukaryotischer Zellen und stellen die Unterschiede heraus (UF3).	**Vergleich prokaryotische und eukaryotische Zelle** Bakterien, Tier- und Pflanzenzelle	Gemeinsamkeiten und Unterschiede der verschiedenen Zellen werden erarbeitet. EM-

• Aufbau pro- und eukaryotischer Zellen			Bild wird mit Modell vergleichen.
Wie ist eine Zelle organisiert und wie gelingt es der Zelle so viele verschiedene Leistungen zu erbringen? • Aufbau und Funktion von Zellorganellen • Zellkompartimentierung • Endo – und Exocytose • Endosymbiontentheorie	beschreiben Aufbau und Funktion der Zellorganellen und erläutern die Bedeutung der Zellkompartimentierung für die Bildung unterschiedlicher Reaktionsräume innerhalb einer Zelle (UF3, UF1). erläutern die membranvermittelten Vorgänge der Endo- und Exocytose (u. a. am Golgi-Apparat) (UF1, UF2). erläutern die Bedeutung des Cytoskeletts für den intrazellulären Transport [und die Mitose] (UF3, UF1). präsentieren adressatengerecht die Endosymbiontentheorie mithilfe angemessener Medien (K3, K1, UF1).	Basteln/Präsentation der Zellorganellen Lerncartoons	Individuelle Förderung durch Themenverteilung (Zellorganellen) und Präsentationstechniken möglich
Zelle, Gewebe, Organe, Organismen – *Welche Unterschiede bestehen zwischen Zellen, die verschiedene Funktionen übernehmen?* • Zelldifferenzierung	ordnen differenzierte Zellen auf Grund ihrer Strukturen spezifischen Geweben und Organen zu und erläutern den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (UF3, UF4, UF1).	**Mikroskopieren** und **Zeichnen** von verschiedenen Zelltypen	Nutzung von z.B. Fertigpräparaten
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> <u>Leistungsbewertung:</u> • *z.B. multiple-choice*-Tests zu Zelltypen und Struktur und Funktion von Zellorganellen			

• ggf. Teil einer Klausur • Bewertung mikroskopischer Zeichnungen/Modelle/Präsentationen

1.2.2 EF UV 2 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben II: **Thema/Kontext:** Bedeutung von Biomembranen	
Inhaltsfeld: IF 1 (Biologie der Zelle)	
Inhaltliche Schwerpunkte: • **Biomembranen** • **Stofftransport zwischen Kompartimenten** **Zeitbedarf**: ca. 20 Std. à 45 Minuten	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **UF1** ausgewählte biologische Phänomen und Konzepte beschreiben • **E6** Modelle zur Beschreibung, Erklärung und Vorhersage biologischer Vorgänge begründet auswählen und deren Grenzen und Gültigkeitsbereiche angeben • **E7** an ausgewählten Beispielen die Bedeutung, aber auch die Vorläufigkeit biologischer Modelle und Theorien beschreiben • **K1** Fragestellungen, Untersuchungen, Experimente und Daten strukturiert dokumentieren, auch mit Unterstützung digitaler Werkzeuge • **K3** biologische Sachverhalte, Arbeitsergebnisse und Erkenntnisse adressatengerecht sowie formal, sprachlich und fachlich korrekt in Kurzvorträgen oder Fachtexten darstellen

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Weshalb und wie beeinflusst die Salzkonzentration den Zustand von Zellen? • Plasmolyse	führen Experimente zur Diffusion und Osmose durch und erklären diese mit Modellvorstellungen auf Teilchenebene (E4, E6, K1, K4).	**Zeitungsartikel** z.B. zur fehlerhaften Salzkonzentration für eine Infusion in den Unikliniken/ Verdursten auf dem Meer oder platzen von Kirschen **Experimente**	SuS formulieren erste Hypothesen, planen und führen geeignete Experimente zur Überprüfung ihrer Vermutungen durch. Versuche zur Überprüfung der Hypothesen

• Brownsche-Molekularbewegung • Diffusion • Osmose	führen mikroskopische Untersuchungen zur Plasmolyse hypothesengeleitet durch und interpretieren die beobachteten Vorgänge (E2, E3, E5, K1, K4). recherchieren Beispiele der Osmose und Osmoregulation in unterschiedlichen Quellen und dokumentieren die Ergebnisse in einer eigenständigen Zusammenfassung (K1, K2).	(Auswahl) Eier, Zwiebelzellen oder Rotkohlgewebe und **mikroskopische Untersuchungen** **Kartoffel-Experimente** a) ausgehöhlte Kartoffelhälfte mit Zucker, Salz und Stärke b) Kartoffelstäbchen (gekocht und ungekocht) **Informationstexte, Animationen** und **Lehrfilme** zur Brownschen Molekularbewegung ggf. Lehrerexperiment **Demonstrationsexperimente** mit Tinte oder Deo zur Diffusion **Arbeitsaufträge** zur Recherche osmoregulatorischer Vorgänge	Versuche zur Generalisierbarkeit der Ergebnisse werden geplant und durchgeführt. Phänomen wird auf Modellebene erklärt (direkte Instruktion). Weitere Beispiele (z. B. Salzwiese, Niere) für Osmoregulation werden recherchiert.
Warum löst sich Öl nicht in Wasser? • Aufbau und Eigenschaften von Lipiden und Phospholipiden	ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle ([Kohlenhydrate], Lipide, Proteine, [Nucleinsäuren]) den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften (UF1, UF3).	**Demonstrationsexperiment** zum Verhalten von Öl in Wasser **Informationsblätter** • zu funktionellen Gruppen • Strukturformeln von Lipiden und Phospholipiden • Modelle zu Phospholipiden in Wasser Lehrfilme Modelle basteln	Phänomen wird beschrieben. Das Verhalten von Lipiden und Phospholipiden in Wasser wird mithilfe ihrer Strukturformeln und den Eigenschaften der funktionellen Gruppen erklärt. Einfache Modelle (2-D) zum Verhalten von Phospholipiden in Wasser werden erarbeitet und diskutiert.

Welche Bedeutung haben technischer Fortschritt und Modelle für die Erforschung von Biomembranen? - Sandwich-Modelle - Fluid-Mosaik-Modell - Erweitertes Fluid-Mosaik-Modell (Kohlenhydrate in der Biomembran) - Markierungsmethoden zur Ermittlung von Membranmolekülen (Proteinsonden)	stellen den wissenschaftlichen Erkenntniszuwachs zum Aufbau von Biomembranen durch technischen Fortschritt an Beispielen dar und zeigen daran die Veränderlichkeit von Modellen auf (E5, E6, E7, K4). ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle (Kohlenhydrate, Lipide, Proteine, [Nucleinsäuren]) den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften (UF1, UF3). recherchieren die Bedeutung und die Funktionsweise von Tracern für die Zellforschung und stellen ihre Ergebnisse graphisch und mithilfe von Texten dar (K2, K3). recherchieren die Bedeutung der Außenseite der Zellmembran und ihrer Oberflächenstrukturen für die Zellkommunikation (u. a. Antigen-Antikörper-Re-	**Versuche/Arbeitsblatt** von Gorter und Grendel mit Erythrozyten (1925) zum Bilayer-Modell **Arbeitsblatt** zur Arbeit mit Modellen **Aufbau** von Kohlenhydraten **Gruppenpuzzle** zu Membranmodellen **Abbildungen** auf der Basis von Gefrierbruchtechnik und Elektronenmikroskopie **Checkliste** mit Kriterien für seriöse Quellen **Checkliste** zur korrekten Angabe von Internetquellen I**nternetrecherche** zur Funktionsweise von Tracern **Lernplakat** (fertig gestellt) zu den Biomembranen	Der Modellbegriff und die Vorläufigkeit von Modellen im Forschungsprozess werden verdeutlicht. Die „neuen“ Daten legen eine Modifikation des Bilayer-Modells von Gorter und Grendel nahe und führen zu neuen Hypothesen (einfaches Sandwichmodell / Sandwichmodell mit eingelagertem Protein / Sandwichmodell mit integralem Protein). Das Membranmodell muss erneut modifiziert werden. Das Fluid-Mosaik-Modell muss erweitert werden. Quellen werden ordnungsgemäß notiert (Verfasser, Zugriff etc.). Ein Reflexionsgespräch auf der Grundlage des entwickelten Plakats zu Biomembranen wird durchgeführt.

• *Nature of Science* – naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen	aktion) und stellen die Ergebnisse adressatengerecht dar (K1, K2, K3).		Wichtige wissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen sowie die Rolle von Modellen und dem technischen Fortschritt werden herausgestellt.
Wie macht sich die Wissenschaft die Antigen-Antikörper-Reaktion zunutze? • Moderne Testverfahren		**Elisa-Test**	
Wie werden gelöste Stoffe durch Biomembranen hindurch in die Zelle bzw. aus der Zelle heraus transportiert? • Passiver Transport • Aktiver Transport	beschreiben Transportvorgänge durch Membranen für verschiedene Stoffe mithilfe geeigneter Modelle und geben die Grenzen dieser Modelle an (E6).	**Gruppenarbeit:** **Informationstext** zu verschiedenen Transportvorgängen an realen Beispielen **Basteln/ Modelle**	SuS können entsprechend der Informationstexte 2-D-Modelle zu den unterschiedlichen Transportvorgängen erstellen.
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> <u>Leistungsbewertung:</u> • ggf. Klausur			

1.2.3 EF UV 3 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben III: **Thema/Kontext:** Zellkern	
Inhaltsfeld: IF 1 (Biologie der Zelle)	
Inhaltliche Schwerpunkte: • **Funktion des Zellkerns** • **Zellverdopplung und DNA** **Zeitbedarf**: ca. 14 Std. à 45 Minuten	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **UF1** ausgewählte biologische Phänomen und Konzepte beschreiben • **E6** Modelle zur Beschreibung, Erklärung und Vorhersage biologischer Vorgänge begründet auswählen und deren Grenzen und Gültigkeitsbereiche angeben

		• **E7** an ausgewählten Beispielen die Bedeutung, aber auch die Vorläufigkeit biologischer Modelle und Theorien beschreiben • **K1** Fragestellungen, Untersuchungen, Experimente und Daten strukturiert dokumentieren, auch mit Unterstützung digitaler Werkzeuge • **K3** biologische Sachverhalte, Arbeitsergebnisse und Erkenntnisse adressatengerecht sowie formal, sprachlich und fachlich korrekt in Kurzvorträgen oder Fachtexten darstellen	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Erhebung und Reaktivierung von SI-Vorwissen		**Strukturlegetechnik bzw. Netzwerktechnik**	Multiple choice oder Concept Map
Was zeichnet eine naturwissenschaftliche Fragestellung aus und welche Fragestellung lag den Acetabularia und den Xenopus-Experimenten zugrunde? • Erforschung der Funktion des Zellkerns in der Zelle	benennen Fragestellungen historischer Versuche zur Funktion des Zellkerns und stellen Versuchsdurchführungen und Erkenntniszuwachs dar (E1, E5, E7). werten Klonierungsexperimente (Kerntransfer bei Xenopus) aus und leiten ihre Bedeutung für die Stammzellforschung ab (E5).	**Plakat** zum wissenschaftlichen Erkenntnisweg Theoretische Aspekte zu den *Acetabularia*-**Experimenten** von Hämmerling **Experiment** zum Kerntransfer bei *Xenopus*	Naturwissenschaftliche Fragestellungen werden kriteriengeleitet entwickelt und Experimente ausgewertet.
Welche biologische Bedeutung hat die Mitose für einen Organismus? • Mitose (Rückbezug auf Zelltheorie) • Interphase	begründen die biologische Bedeutung der Mitose auf der Basis der Zelltheorie (UF1, UF4). erläutern die Bedeutung des Cytoskeletts für [den intrazellulären Transport und] die Mitose (UF3, UF1).	**Informationstexte** und **Abbildungen** zum Zellzyklus **Filme/Animationen** zu zentralen Aspekten**:** 1. Organ- bzw. Gewebewachstum und Erneuerung (Mitose) 2. Zellwachstum (Interphase)	Die Funktionen des Cytoskeletts werden erarbeitet, Informationen werden in ein Modell übersetzt, das die wichtigsten Informationen sachlich richtig wiedergibt.

Wie ist die DNA aufgebaut, wo findet man sie und wie wird sie kopiert? • Aufbau und Vorkommen von Nukleinsäuren • Aufbau der DNA • Mechanismus der DNA-Replikation in der S-Phase der Interphase	ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle [Kohlenhydrate, Lipide, Proteine,] Nucleinsäuren den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften (UF1, UF3). erklären den Aufbau der DNA mithilfe eines Strukturmodells (E6, UF1). beschreiben den semikonservativen Mechanismus der DNA-Replikation (UF1, UF4).	**Modellbaukasten** zur DNA Struktur und Replikation und erneuter Bezug zum Zellzyklus	Der DNA-Aufbau und die Replikation werden lediglich modellhaft erarbeitet. Die Komplementarität wird dabei herausgestellt.
Welche Möglichkeiten und Grenzen bestehen für die Zellkulturtechnik? Zellkulturtechnik • Biotechnologie • Biomedizin • Pharmazeutische Industrie	zeigen Möglichkeiten und Grenzen der Zellkulturtechnik in der Biotechnologie und Biomedizin auf (B4, K4).	**Informationsblatt** zu Zellkulturen in der Biotechnologie und Medizin- und Pharmaforschung **Rollenkarten** zu Vertretern unterschiedlicher Interessensverbände (Pharma-Industrie, Forscher, PETA-Vertreter etc.) **Pro und Kontra-Diskussion** z.B. zum Thema: „Können Zellkulturen Tierversuche ersetzen?“	Zentrale Aspekte werden herausgearbeitet. Argumente werden erarbeitet und Argumentationsstrategien entwickelt. SuS, die nicht an der Diskussion beteiligt sind, sollten einen Beobachtungsauftrag bekommen.
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> <u>Leistungsbewertung:</u>			

- Feedbackbogen und angekündigte *multiple-choice*-Tests zur Mitose; schriftliche Übung (z.B. aus einer Hypothese oder einem Versuchsdesign auf die zugrunde liegende Fragestellung schließen) zur Ermittlung der Fragestellungskompetenz (E1)
- ggf. Klausur

1.3 Einführungsphase: Mögliche konkretisierte Unterrichtsvorhaben für das 2.Halbjahr:

Inhaltsfeld: IF 2 (Energiestoffwechsel)

- **Unterrichtsvorhaben IV:** Biokatalysatoren und deren Einfluss auf das Leben
- **Unterrichtsvorhaben V:** Energiestoffwechsel

Inhaltliche Schwerpunkte:
- Enzyme
- Dissimilation
- Körperliche Aktivität und Stoffwechsel

Basiskonzepte:

System
Muskulatur, Mitochondrium, Enzym, Zitronensäurezyklus, Dissimilation, Gärung

Struktur und Funktion
Enzym, Grundumsatz, Leistungsumsatz, Energieumwandlung, ATP, NAD^+

Entwicklung
Training

Zeitbedarf: ca. 38 Std. à 45 Minuten

1.3.1 EF UV 4 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben IV: **Thema/Kontext:** Biokatalysatoren und deren Einfluss auf das Leben			
Inhaltsfelder: IF 1 (Biologie der Zelle), IF 2 (Energiestoffwechsel)			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Enzyme **Zeitbedarf**: ca. 26 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **E3** zur Klärung biologischer Fragestellungen Hypothesen formulieren und Möglichkeiten zu ihrer Überprüfung angeben • **E4** Experimente und Untersuchungen zielgerichtet nach dem Prinzip der Variablenkontrolle unter Beachtung der Sicherheitsvorschriften planen und durchführen und dabei mögliche Fehlerquellen reflektieren • **E5** Daten bezüglich einer Fragestellung interpretieren, daraus qualitative und einfache quantitative Zusammenhänge ableiten und diese fachlich angemessen beschreiben • **K2** in vorgegebenen Zusammenhängen kriteriengeleitet biologisch-technische Fragestellungen mithilfe von Fachbüchern und anderen Quellen bearbeiten • **K3** biologische Sachverhalte, Arbeitsergebnisse und Erkenntnisse adressatengerecht sowie formal, sprachlich und fachlich korrekt in Kurzvorträgen vorstellen	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Aufbau von Proteinen bzw. Makromoleküle in der Biologie • Kohlenhydrate • Fette • Eiweiße	ordnen Kohlenhydrate, Lipide, Proteine, Nucleinsäuren den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften	**Informationstexte** zu funktionellen Gruppen und ihren Eigenschaften sowie Kohlenhydratklassen, Aminosäuren und Proteine Vorkommen und Funktion in der Natur erörtern	

Welche Wirkung / Funktion haben Enzyme? • Katalysator • Biokatalysator • Endergonische und exergonische Reaktion • Aktivierungsenergie	erläutern Struktur und Funktion von Enzymen und ihre Bedeutung als Biokatalysatoren bei Stoffwechselreaktionen (UF1, UF3, UF4). beschreiben und interpretieren Diagramme zu enzymatischen Reaktionen	**Schematische Darstellungen** von Reaktionen unter besonderer Berücksichtigung der Energieniveaus Experiment (Brot/Oblate zersetzen durch Amylase) Bombardierkäfer Mindmap	Die zentralen Aspekte der Biokatalyse werden erarbeitet: 1. Senkung der Aktivierungsenergie 2. Erhöhung des Stoffumsatzes pro Zeit Fachmethode beschreiben und auswerten von Diagrammen
Welche Bedeutung haben Enzyme im menschlichen Stoffwechsel? • Aktives Zentrum • Allgemeine Enzymgleichung • Substrat- und Wirkungsspezifität	beschreiben und erklären mithilfe geeigneter Modelle Enzymaktivität und Enzymhemmung (E6).	**Modelle basteln und präsentieren** **Experimente mit Wasserstoffperoxid** Was ist ein Experiment? **Checklisten** mit Kriterien für • Naturwissenschaftliche Fragestellungen • Hypothesen • Untersuchungsdesigns	Die Substrat- und Wirkungsspezifität werden veranschaulicht. Die naturwissenschaftlichen Fragestellungen werden vom Phänomen her entwickelt. Was ist ein Experiment → wissenschaftliches Vorgehen Fachmethode Modelle zur Funktionsweise des aktiven Zentrums werden erstellt
Was beeinflusst die Wirkung / Funktion von Enzymen? • pH-Abhängigkeit • Temperaturabhängigkeit • Substratkonzentration / Wechselzahl	stellen Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von verschiedenen Faktoren auf und überprüfen sie experimentell und stellen sie graphisch dar (E3, E2, E4, E5, K1, K4).	**Experimente** mit Kartoffel oder Hefe und Wasserstoffperoxid • pH-Werteinfluss • Temperatureinfluss	Experimente zur Ermittlung der Abhängigkeiten der Enzymaktivität werden geplant und durchgeführt. Wichtig: Denaturierung im Sinne einer irreversiblen Hemmung durch Temperatur und pH-Wert muss herausgestellt werden.

			Die Wechselzahl wird problematisiert. **Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:** **Durchführung von Experimenten zur Ermittlung von Enzymeigenschaften an ausgewählten Beispielen.**
Wie wird die Aktivität der Enzyme in den Zellen reguliert? • kompetitive Hemmung, • allosterische (nicht kompetitive) Hemmung • Substrat und Endprodukthemmung	beschreiben und erklären mithilfe geeigneter Modelle Enzymaktivität und Enzymhemmung (E6). Abbau und Hemmung von Alkohol/ Medikamenten	**Gruppenarbeit** z.B. **Informationsmaterial** zu Trypsin (allosterische Hemmung) und Allopurinol (kompetitive Hemmung) • Alkoholdehydrogenase **Modellexperimente** mit Fruchtgummi und Smarties; Supermarktkassenmodell **Checkliste** mit Kriterien zur Modellkritik	Wesentliche Textinformationen werden in einem begrifflichen Netzwerk zusammengefasst. Die kompetitive Hemmung wird simuliert. Modelle zur Erklärung von Hemmvorgängen werden entwickelt. Reflexion und Modellkritik
Wie macht man sich die Wirkweise von Enzymen zu Nutze? • Enzyme im Alltag - Technik - Medizin - u. a.	recherchieren Informationen zu verschiedenen Einsatzgebieten von Enzymen und präsentieren und bewerten vergleichend die Ergebnisse (K2, K3, K4). geben Möglichkeiten und Grenzen für den Einsatz von Enzymen in biologisch-technischen Zusammenhängen an und wägen die Bedeutung für unser heutiges Leben ab (B4).	**(Internet)Recherche oder Gruppenarbeit**	Die Bedeutung enzymatischer Reaktionen für z.B. Veredlungsprozesse und medizinische Zwecke wird herausgestellt. Als Beispiel können Enzyme im Waschmittel und ihre Auswirkung auf die menschliche Haut besprochen und diskutiert werden.
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u>			

Leistungsbewertung:

- *multiple choice* -Tests
- ggf. Klausur

1.3.2 EF UV 5 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben V: **Thema/Kontext:** Energiestoffwechsel			
Inhaltsfeld: IF 2 **(**Energiestoffwechsel)			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Dissimilation • Körperliche Aktivität und Stoffwechsel **Zeitbedarf**: ca. 12 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **UF2** biologische Konzepte zur Lösung von Problemen in eingegrenzten Bereichen auswählen und dabei Wesentliches von Unwesentlichen unterscheiden • **E1** in vorgegebenen Situationen biologische Probleme beschreiben, in Teilprobleme zerlegen und dazu biologische Fragestellungen formulieren • **E2** kriteriengeleitet beobachten und messen sowie gewonnene Ergebnisse objektiv und frei von eigenen Deutungen beschreiben • **B1** bei der Bewertung von Sachverhalten in naturwissenschaftlichen Zusammenhängen fachliche, gesellschaftliche und moralische Bewertungskriterien angeben • **B2** in Situationen mit mehreren Handlungsoptionen Entscheidungsmöglichkeiten kriteriengeleitet abwägen, gewichten und einen begründeten Standpunkt beziehen • **B3** in bekannten Zusammenhängen ethische Konflikte bei Auseinandersetzungen mit biologischen Fragestellungen sowie mögliche Lösungen darstellen	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Welche Veränderungen können während und nach körperlicher Belastung beobachtet werden? *Systemebene: Organismus* • Belastungstest	• z.B. Waldlauf/400m/Treppenlauf	**Selbstbeobachtungsprotokoll** zu Herz, Lunge, Durchblutung von Muskeln	Begrenzende Faktoren bei unterschiedlich trainierten Menschen werden ermittelt. den Einfluss von Training auf die Energiezufuhr, Durchblutung,

			Sauerstoffversorgung, Energiespeicherung und Ernährungsverwertung systematisieren Die Auswirkung auf verschiedene Systemebenen (Organ, Gewebe, Zelle, Molekül) kann dargestellt und bewusst gemacht werden.
Wie reagiert der Körper auf unterschiedliche Belastungssituationen und wie unterscheiden sich verschiedene Muskelgewebe voneinander? *Systemebene: Organ und Gewebe* • Muskelaufbau *Systemebene: Zelle* • Sauerstoffschuld, Energiereserve der Muskeln, Glykogenspeicher *Systemebene: Molekül* • Milchsäure-Gärung	erläutern den Unterschied zwischen roter und weißer Muskulatur (UF1). präsentieren unter Einbezug geeigneter Medien und unter Verwendung einer korrekten Fachsprache die aerobe und anaerobe Energieumwandlung in Abhängigkeit von körperlichen Aktivitäten (K3, UF1). überprüfen Hypothesen zur Abhängigkeit der Gärung von verschiedenen Faktoren (E3, E2, E1, E4, E5, K1, K4).	**Partnerpuzzle** mit Arbeitsblättern zur roten und weißen Muskulatur und zur Sauerstoffschuld **Bildkarten** zu Muskeltypen und Sportarten **Informationsblatt** **Experimente** mit Sauerkraut (u.a. pH-Wert)	Hier können Beispiele von 100-Meter-, 400-Meter- und 800-Meter-Läufern analysiert werden. Verschiedene Muskelgewebe werden im Hinblick auf ihre Mitochondriendichte (stellvertretend für den Energiebedarf) untersucht / ausgewertet. Muskeltypen werden begründend Sportarten zugeordnet. Die Milchsäuregärung dient der Veranschaulichung anaerober Vorgänge: Modellexperiment zum Nachweis von Milchsäure unter anaeroben Bedingungen wird geplant und durchgeführt.
Welche Faktoren beeinflussen den Energieumsatz und welche Methoden helfen bei der Bestimmung? *Systemebenen: Organismus, Gewebe, Zelle, Molekül* • Energieumsatz (Grundumsatz und Leistungsumsatz) • Direkte und indirekte Kalorimetrie	stellen Methoden zur Bestimmung des Energieumsatzes bei körperlicher Aktivität vergleichend dar (UF4).	**Diagramme** zum Sauerstoffbindungsvermögen in Abhängigkeit verschiedener Faktoren (Temperatur, pH-Wert) und Bohr-Effekt **Arbeitsblatt** mit Informationstext zur Erarbeitung des Prinzips der Oberflächenvergrößerung durch Kapillarisierung	Der Zusammenhang zwischen respiratorischem Quotienten und Ernährung wird erarbeitet. Der quantitative Zusammenhang zwischen Sauerstoffbindung und Partialdruck wird ermittelt. Der Weg des Sauerstoffs in die Muskelzelle über den Blutkreislauf

Welche Faktoren spielen eine Rolle bei körperlicher Aktivität? • Sauerstofftransport im Blut • Sauerstoffkonzentration im Blut • Erythrozyten • Hämoglobin/ Myoglobin • Bohr-Effekt			wird wiederholt und erweitert unter Berücksichtigung von Hämoglobin und Myoglobin.
Wie entsteht und wie gelangt die benötigte Energie zu unterschiedlichen Einsatzorten in der Zelle? *Systemebene: Molekül* • NAD^+ und ATP	erläutern die Bedeutung von NAD^+ und ATP für aerobe und anaerobe Dissimilationsvorgänge (UF1, UF4). präsentieren eine Tracermethode bei Dissimilation adressatengerecht.	**Arbeitsblatt** mit Modellen / Schemata zur Rolle des ATP	Die Funktion des ATP als Energie-Transporter wird verdeutlicht.
Wie entsteht ATP und wie wird der C6-Körper abgebaut? • Wdh. Mitochondrien *Systemebenen: Zelle, Molekül* • Glykolyse • Zitronensäurezyklus • Atmungskette	erklären die Grundzüge der Dissimilation unter dem Aspekt der Energieumwandlung mithilfe einfacher Schemata (UF3). beschreiben und präsentieren die ATP-Synthese im Mitochondrium mithilfe vereinfachter Schemata (UF2, K3).	***z.B. Advance Organizer*** **Arbeitsblatt** mit histologischen Elektronenmikroskopie-Aufnahmen und Tabellen **Informationstexte** und **schematische Darstellungen** zu Experimenten (chemiosmotische Theorie) zum Aufbau eines Protonengradienten in den Mitochondrien für die ATP-Synthase (vereinfacht)	Experimente werden unter dem Aspekt der Energieumwandlung ausgewertet.
Wie funktional sind bestimmte Trainingsprogramme und Ernährungsweisen für bestimmte Trainingsziele? *Systemebenen: Organismus, Zelle, Molekül*	erläutern unterschiedliche Trainingsformen adressatengerecht und begründen sie mit Bezug auf die Trainingsziele (K4).	**Fallstudien** aus der Fachliteratur (Sportwissenschaften)	

• Ernährung und Fitness • Kapillarisierung • Mitochondrien *Systemebene: Molekül* • Glycogenspeicherung • Myoglobin	erklären mithilfe einer graphischen Darstellung die zentrale Bedeutung des Zitronensäurezyklus im Zellstoffwechsel (E6, UF4).	**Arbeitsblatt** mit einem vereinfachten Schema des Zitronensäurezyklus und seiner Stellung im Zellstoffwechsel (Zusammenwirken von Kohlenhydrat, Fett und Proteinstoffwechsel)	

Wie wirken sich leistungssteigernde Substanzen auf den Körper aus?
 	
Systemebenen: Organismus, Zelle, Molekül
• Formen des Dopings
  – Anabolika
  – EPO
  – …
	nehmen begründet Stellung zur Verwendung leistungssteigernder Substanzen aus gesundheitlicher und ethischer Sicht (B1, B2, B3).	**Informationstext** oder **Referat** zu EPO
		Historische Fallbeispiele zum Einsatz von EPO (Blutdoping) im Spitzensport
		
		Weitere Fallbeispiele zum Einsatz anaboler Steroide in Spitzensport und Viehzucht	

<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe <u>Leistungsbewertung:</u> • Referate			

2. Qualifikationsphase 1 Grundkurs

2.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase I GK

Qualifikationsphase I	
Unterrichtsvorhaben I: **Thema/Kontext:** Humangenetische Beratung – *Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf?* **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung**: • E3 Hypothesen • K2 Recherche • B3 Werte und Normen **Inhaltsfeld**: IF 3 (Genetik) **Inhaltliche Schwerpunkte**: • Meiose und Rekombination • Analyse von Familienstammbäumen • Bioethik **Zeitbedarf**: ca. 12 Std. à 45 Minuten	*Unterrichtsvorhaben II:* **Thema/Kontext:** Modellvorstellungen zur Proteinbiosynthese – *Wie entstehen aus Genen Merkmale und welche Einflüsse haben Veränderungen der genetischen Strukturen auf einen Organismus?* **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** • UF1 Wiedergabe • UF3 Systematisierung • UF4 Vernetzung **Inhaltsfeld**: IF 3 (Genetik) **Inhaltliche Schwerpunkte**: • Proteinbiosynthese • Genregulation **Zeitbedarf**: ca. 18 Std. à 45 Minuten
Unterrichtsvorhaben III: **Thema/Kontext:** *Angewandte Genetik – Welche Chancen und welche Risiken bestehen?* **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** • UF1 Wiedergabe • E4 Vernetzung • K1 Dokumentation • B3 Werte und Normen **Inhaltsfeld**: IF 3 (Genetik) **Inhaltliche Schwerpunkte**: • Gentechnik	*Unterrichtsvorhaben IV:* **Thema/Kontext:** *Einfluss abiotischer Umweltfaktoren auf Arten* **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** • E4 Untersuchungen und Experimente • E7 Arbeits- und Denkweisen • K4 Argumentation **Inhaltsfeld**: IF 5 (Ökologie) **Inhaltliche Schwerpunkte**: • Abiotische Faktoren • Tiergeografische Regeln **Zeitbedarf**: ca. 10 Std. à 45 Minuten

• Bioethik **Zeitbedarf**: ca. 15 Std. à 45 Minuten	
Unterrichtsvorhaben V: **Thema/Kontext:** Synökologie I – Einfluss interspezifischer und intraspezifischer Beziehungen auf Populationen **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** • UF2 Auswahl • E5 Auswertung • E6 Modelle • K3 Präsentation **Inhaltsfeld**: IF 5 (Ökologie) **Inhaltliche Schwerpunkte**: • Dynamik von Populationen **Zeitbedarf**: ca. 10 Std. à 45 Minuten	*Unterrichtsvorhaben V:* **Thema/Kontext:** Synökologie II – Der Einfluss des Menschen auf globale Stoffkreisläufe und Energieflüsse **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** • K1 Dokumentation **Inhaltsfeld**: IF 5 (Ökologie) **Inhaltliche Schwerpunkte**: • Stoffkreisläufe • Fotosynthese • Energiefluss • Nahrungsbeziehungen **Zeitbedarf**: ca. 15 Std. à 45 Minuten
Unterrichtsvorhaben VI: **Thema/Kontext:** Zyklische und sukzessive Veränderungen von Ökosystemen **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** • B2 Entscheidungen • B3 Werte und Normen **Inhaltsfeld**: IF 5 (Ökologie) **Inhaltliche Schwerpunkte**: • Sukzession (terrestrisch o. aquatisch) • Biodiversität • Veränderung von Ökosystemen **Zeitbedarf**: ca. 10 Std. à 45 Minuten	
Summe Qualifikationsphase: 90 Stunden	

2.2 Qualifikationsphase 1 – Grundkurs – Mögliche konkretisierte Unterrichtsvorhaben für das 1. Halbjahr

Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)

- **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:

- Meiose und Rekombination
- Analyse von Familienstammbäumen
- Proteinbiosynthese
- Genregulation
- Gentechnik
- Bioethik

Basiskonzepte:

System
Merkmal, Gen, Allel, Genwirkkette, DNA, Chromosom, Genom, Rekombination, Stammzelle

Struktur und Funktion
Proteinbiosynthese, Genetischer Code, Genregulation, Transkriptionsfaktor, Mutation, Proto-Onkogene, Tumor-Suppressorgene, DNA-Chip

Entwicklung
Transgener Organismus, Epigenese, Zelldifferenzierung, Meiose

Zeitbedarf: ca. 45 Std. à 45 Minuten

2.2.1 Q1 GK UV 1 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben I: **Thema/Kontext:** Humangenetische Beratung – *Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf?*			
Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Meiose und Rekombination • Analyse von Familienstammbäumen • Bioethik **Zeitbedarf**: ca. 12 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern. • **K2** zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen, • **B3** an Beispielen von Konfliktsituationen mit biologischem Hintergrund kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten.	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Reaktivierung von SI-Vorwissen - Schwerpunkt auf Embryogenese Mitose/Meiose		**Poster** „Embryogenese“ ***Advance Organizer*** ***Think-Pair-Share*** zu bekannten Elementen **f**akultativ **Kluster**	SI-Wissen wird reaktiviert, ein Ausblick auf Neues wird gegeben.
Wie werden die Keimzellen gebildet und welche Unterschiede gibt es bei Frau und Mann? • Meiose • Spermatogenese / Oogenese	erläutern die Grundprinzipien der Rekombination	**Materialien** (z.B. Pfeifenputzermodelle) **Arbeitsblätter**	Zentrale Aspekte der Meiose werden selbstständig wiederholt und geübt. <u>Schlüsselstellen bei der Keimzellenbildung werden erarbeitet</u> und die theoretisch möglichen Rekombinationsmöglichkeiten werden ermittelt.

Wo entscheidet sich die genetische Ausstattung einer Keimzelle und wie entsteht genetische Vielfalt? • inter- und intrachromosomale Rekombination	(Reduktion und Neu-kombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung (UF4)**.**		
Wie kann man ein Vererbungsmuster von genetisch bedingten Krankheiten im Verlauf von Familiengenerationen ermitteln und wie kann man daraus Prognosen für den Nachwuchs ableiten? (reaktivieren der Begriffe zur klassischen Genetik) • Erbgänge/Vererbungsmodi • genetisch bedingte Krankheiten: - Cystische Fibrose - Muskeldystrophie Duchenne - Chorea Huntington	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).	**Checkliste** zum methodischen Vorgehen bei einer Stammbaumanalyse. **Exemplarische Beispiele** von Familienstammbäumen **Selbstlernplattform** von Mallig: http://www.mallig.eduvi-net.de/default.htm#kurs ⇨ Zur Stammbaumanalyse fakultativ: Referate zu genetisch bedingten Krankheiten Weitere mögliche Bsp.: Undine-syndrom, XP	Die Auswertungskompetenz bei humangenetischen Stammbäumen wird im Unterricht an mehreren Beispielen geübt. Prognosen zum Auftreten spezifischer, genetisch bedingter Krankheiten werden für Paare mit Kinderwunsch ermittelt und für (weitere) Kinder begründet angegeben. Hinweis: Chorea Huntington wird in einem Modul im Schülerlabor behandelt, eignet sich also gut
Welche therapeutischen Ansätze ergeben sich aus der Stammzellenforschung und was ist von ihnen zu halten? • Gentherapie • Zelltherapie Bioethik	recherchieren Unterschiede zwischen embryonalen und adulten Stammzellen und präsentieren diese unter Verwendung geeigneter Darstellungsformen (K2, K3). stellen naturwissenschaftlich-gesellschaftliche Positionen zum therapeutischen Einsatz von Stammzellen dar und beurteilen	**Recherche** zu embryonalen bzw. adulten Stammzellen und damit verbundenen therapeutischen Ansätzen in unterschiedlichen, von der Lehrkraft ausgewählten Quellen: - Internetquellen - Fachbücher / Fachzeitschriften **Checkliste:** Welche Quelle ist neutral und welche nicht?	Das vorgelegte Material könnte von SuS ergänzt werden. An dieser Stelle kann auf das korrekte Belegen von Text- und Bildquellen eingegangen werden, auch im Hinblick auf die Facharbeit. Neutrale und „interessengefärbte Quellen“ werden kritisch reflektiert.

	Interessen sowie Folgen ethisch (B3, B4).	**Checkliste:** richtiges Belegen von Informationsquellen Ggf. **Powerpoint-Präsentationen** der SuS **Dilemmamethode oder Debatte** **Gestufte Hilfen** zu den verschiedenen Schritten der ethischen Urteilsfindung	Am Beispiel des Themas „Dürfen Embryonen getötet werden, um Krankheiten zu heilen?“ kann die Methode einer Dilemma-Diskussion durchgeführt und als Methode reflektiert werden. fakultativ Präimplantationsdiagnostik

<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u>

- Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens

<u>Leistungsbewertung:</u>

- **KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“;** angekündigte Kurztests möglich, z. B. zu Meiose / Karyogrammen / Stammbaumanalyse
- ggf. Klausur / Kurzvortrag

2.2.2 Q1 GK UV 2 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben II: **Thema/Kontext:** Modellvorstellungen zur Proteinbiosynthese – *Wie entstehen aus Genen Merkmale und welche Einflüsse haben Veränderungen der genetischen Strukturen auf einen Organismus?*			
Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Proteinbiosynthese • Genregulation **Zeitbedarf**: ca. 18 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **UF1** ausgewählte biologische Phänomene und Konzepte beschreiben • **UF3** die Einordnung biologischer Sachverhalte und Erkenntnisse modifizieren und reorganisieren • **UF4** bestehendes Wissen aufgrund neuer biologischer Erfahrungen und Erkenntnisse modifizieren und reorganisieren	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**

Wie werden Merkmale exprimiert? Wie entstehen aus Genen Merkmale?
• Proteinbiosynthese
  ○ incl. gen. Code
  ○ incl. Spleißen
	vergleichen die molekularen Abläufe der Proteinbiosynthese bei Eu- und Prokaryoten (UF1; UF3)	Partnerarbeit oder Gruppenarbeit
		Modelle für Transkription und Translation
		Filme: Genetik (Kurzfilme)
			SuS arbeiten mit komplexen Modellen und das Wissen wird durch verschiedene Methoden vermittelt

Wie entstehen Veränderungen der genetischen Struktur und welche Auswirkungen haben diese auf den Organismus? • Mutagene • Mutationen • Bsp. Cystrische Fibrose, Chorea Huntington, Trisomie 21	erläutern die Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Genmutationen (UF1, UF2) Erläutern die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromoso-	**Gruppenarbeit**: Denkmodell zur Genmutation • Bsp.: CF • Undine- Syndrom • Thalasämie **Debatte** möglich	

Genwirkketten (Beadle Tatum)	men-, und Genommutationen auf den Phänotyp (u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4)	Versuch Beadle Tatum evtl. als Modellexperiment Arbeitsblätter	
Wie wird die Aktivität der Gene bei Prokaryoten reguliert? • Operon - Modelle	erläutern und entwickeln Modellvorstellungen auf Grundlage von Experimenten zur Aufklärung von Genregulation bei Prokaryoten (E2, E3, E6)	**Experiment** „Bastelmodell“ Lac Operon Zeichnung Tryp Operon Modellkritik; Vgl. Zeichnung/Modell Fakultativ Partnerinterview	SuS entwickeln Urteilfähigkeit: Modellkritik Modell vs. Zeichnung /Film
Wie wird die Aktivität der Gene bei Eukaryoten reguliert? Welche Auswirkungen haben Fehlfunktionen (auch außerhalb der Gene)? • Genregulation bei Eukaryoten • Krebs • DNA- Methylierung • Bsp.: Aguti-Mäuse	erläutern mit Hilfe eines Modells die Wechselwirkungen von Proto-Onkogenen und Tumor-Supressorgenen auf die Regulation des Zellzyklus und erklären die Folgen von Mutationen in diesen Genen (E6, UF1, UF7, UF4) erklären einen epigenetischen Mechanismus als Modell zur Regelung des Zellstoffwechsels (E6)	**Film**. Genetik Regulation der Genaktivität Gruppenarbeit Eigene Modelle entwickeln **Präsentation**	SuS entwickeln Hypothesen zur Wirkung epigenetischer Medikamente in der Krebstherapie
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> • Partnerinterview • Glückstopf Genetik <u>Leistungsbewertung:</u> • **KLP-Überprüfungsform: Kriterien geleitete Debatte;** angekündigte Kurztests möglich, • ggf. Klausur / Kurzvortrag			

2.2.3 Q1 GK UV 3 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben III: **Thema/Kontext:** *Angewandte Genetik – Welche Chancen und welche Risiken bestehen?*			
Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Gentechnik • Bioethik **Zeitbedarf**: ca. 15 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** **Die SuS können...** • **UF1** biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern • **E4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen • **K1** bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden • **B3** an Beispielen von Konfliktsituationen mit biologischem Hintergrund kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Molekularbiologische Identifizierungsmethoden	erläutern molekulargenetische Verfahren (u.a. PCR, Gelelektrophorese) und ihre Einsatzgebiete (E4, E2, UF1)	Natura Oberstufe S.124	Übertragung von Vorgängen in Bakterien als Modellorganismus auf höhere Lebewesen
Werkzeuge der Gentechnik	beschreiben molekulargenetische Werkzeuge und erläutern deren Bedeutung für gentechnische Grundoperationen (UF1)	Natura Oberstufe S. 174/75 "Modelle" nach Art der Restriktionsenzyme herstellen ABs Restriktionsenzyme, Polymerasekettenreaktion und Gelelektrophorese (Lehrerband A Natura Oberstufe)	Kenntnisse von Vektoren (Genfähren), Markern und Sonden

	geben die Bedeutung von DNA-Chips an und beurteilen Chancen und Risiken (B1, B3)	Natura Oberstufe S. 178/79 + 180/81 Diskussion über Chancen und Risiken von Gen-Chips?	
Anwendung der Gentechnik	stellen mithilfe geeigneter Medien die Herstellung transgener Lebewesen dar und diskutieren ihre Verwendung (K1, B3)	Natura Oberstufe S. 176/77 + 182/83 Insulinproduktion durch e.coli Übertragung von Genen Referate zum Thema Gen-Pharming	Besuch Biolabor

<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u>

- Dokumentation Laboreinsatz
- Bericht

<u>Leistungsbewertung:</u>

- **KLP-Überprüfungsform: Kriterien geleitete Debatte;** angekündigte Kurztests möglich,
- ggf. Klausur / Kurzvortrag
- mögliche Facharbeitsthemen

2.3 Qualifikationsphase 1 – Grundkurs – Mögliche konkretisierte Unterrichtsvorhaben für das 2. Halbjahr

Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)

- **Unterrichtsvorhaben IV**: Einfluss abiotischer Umweltfaktoren auf Arten
- **Unterrichtsvorhaben V:** Synökologie I – Einfluss interspezifischer und intraspezifischer Beziehungen auf Populationen
- **Unterrichtsvorhaben VI:** Synökologie II – Der Einfluss des Menschen auf globale Stoffkreisläufe und Energieflüsse
- **Unterrichtsvorhaben VII:** Zyklische und sukzessive Veränderungen von Ökosystemen

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Umweltfaktoren und ökologische Potenz
- Dynamik von Populationen
- Stoffkreislauf und Energiefluss
- Mensch und Ökosysteme

Basiskonzepte:

System
Ökosystem, Biozönose, Population, Organismus, Symbiose, Parasitismus, Konkurrenz, Kompartiment, Fotosynthese, Stoffkreislauf

Struktur und Funktion
Chloroplast, ökologische Nische, ökologische Potenz, Populationsdichte

Entwicklung
Sukzession, Populationswachstum, Lebenszyklusstrategie

Zeitbedarf: ca. 45 Std. à 45 Minuten

2.3.1 Q1 GK UV 4 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben IV: **Thema/Kontext:** Einfluss abiotischer Umweltfaktoren auf Arten			
Inhaltsfeld: IF 5 Ökologie			
Inhaltliche Schwerpunkte: • abiotische Faktoren • tiergeografische Regeln **Zeitbedarf**: ca. 10 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **E4** Experimente mit komplexen Versuchsplänen und - aufbauten mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien (Sicherheit, Messvorschriften, Variablenkontrolle, Fehleranalyse) durchführen • **E7** naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen • **K4** sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Womit beschäftigt sich Ökologie?		**Informationstexte** einfache, kurze Texte zum notwendigen Basiswissen der Komponenten eines Ökosystems **Unterrichtsgang** mit Benennung und Abgrenzung verschiedener Ökosysteme	Möglichst selbstständiges Aufarbeiten des Basiswissens
Einfluss abiotischer Faktoren • Temperatur • Wasser • Licht • Ionengehalt (fak.)	Zeigen den Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von Bioindikatoren und der Intensität abiotischer Faktoren in einem beliebigen Ökosystem auf (UF3, UF4, E4)	**Gruppenpuzzle** oder **Lerntempoduett** Infotexte und Schülerrecherche zu den abiotischen Umweltfaktoren	

		Mikroskopieren und **Zeichnen** von Blattquerschnitten und Wurzelquerschnitten	
Ökologische Potenz • *Toleranzbereiche von Organismen* • *Pflanzen als Bioindikatoren*		**Auswerten von Grafiken** am Beispiel **Temperaturorgel** bei Asseln, Wiesenfuchsschwanz, Rotbuche und Esche, Kiefernspinner **Lerntempoduett** am Beispiel Kamel und Xerophyten **Vegetationskartierung nach Ellenberg (fak.)**	
Tiergeografische Regeln • *RGT-Regel* • *Bergmannsche Regel* • *Allensche Regel*	Erläutern die Aussagekraft von biologischen Regeln und grenzen diese von naturwissenschaftlichen Gesetzen ab (E7, K4)	**Kartoffelexperiment** **Gruppenpuzzle** Regulation der Körpertemperatur, Vergleich poikilotherme und homiotherme Lebewesen, Klimaregeln	
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> • Experimente dokumentieren und eigenverantwortlich nachstellen <u>Leistungsbewertung:</u> • ggf. Klausur / Kurzvortrag			

2.3.2 Q1 GK UV 5 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben V: **Thema/Kontext:** Synökologie I – Einfluss interspezifischer und intraspezifischer Beziehungen auf Populationen	
Inhaltsfeld: IF 5 Ökologie	
Inhaltliche Schwerpunkte: • Biotische Umweltfaktoren • Populationsökologie **Zeitbedarf**: ca. 12 Std. à 45 Minuten	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können • **UF2** zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden

		• **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern • **E6** Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen • **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Einfluss biotischer Faktoren • *Konkurrenz* • *Kommensalismus* • *Symbiose* • *Parasitismus*	leiten aus Untersuchungsdaten zu intra- und interspezifischen Beziehungen (Parasitismus, Symbiose, Konkurrenz) mögliche Folgen für die jeweiligen Arten ab und präsentieren diese unter Verwendung angemessener Medien (E5, K3, UF1)	**Gruppenpuzzle** zur inter- und intraspezifischen Konkurrenz am Beispiel (*Auswahl:* Ohrlöffelleimkraut, Rotbuche und Waldkiefer, Glatthafer, Wiesenfuchsschwanz und Trespe, Napfschnecke, Paramecium, Leminge, Stichlinge, Tupaia) **Schülerreferate und Recherche** zu Kommensalismus, Symbiose und Parasitismus	
Ökologische Nische • *Einnischung* • *Konvergenz*	erklären mithilfe des Modells der ökologischen Nische die Koexistenz von Arten (E6, UF1, UF2)	**Schülerrecherche** zu den Fachbegriffen der ökologischen Nische **Partnerarbeit** mit Beispiel Wiesenfuchsschwan und Trespe (bzw. siehe oben)	
Populationswachstum • *Dichteabhängige und dichteunabhängige Faktoren* • *K- und R-Strategen*	beschreiben die Dynamik von Populationen in Abhängigkeit von dichteabhängigen und dichteunabhängigen Faktoren (UF1)	**Auswerten von Wachstumskurven** Infotexte **Partnerarbeit** zum Vergleich von K-und R-Strategien	

• *Exponentielles und logistisches Wachstum*	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, UF4)	**Recherche** dichteabhängige und dichteunabhängige Faktoren zur Schwankung von Populationen	
Räuber-Beute-Beziehungen • *Lotka-Volterra-Regeln* • *Modellkritik*	erläutern die Aussagekraft von biologischen Regeln und grenzen diese von naturwissenschaftlichen Gesetzen ab (E7, K4) untersuchen die Veränderungen von Populationen mit Hilfe von Simulationen auf der Grundlage des Lotka-Volterra-Modells (E6)	**Gruppenarbeit** zur Herleitung und Anwendung der Lotka-Volterra-Regeln (Schneeschuhase und Luchs, Marienkäfer und Blattlaus) **Simulationsspiel** (fak.) **Diskussion zur Anwendbarkeit biologischer Modelle**	
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> • Simulationsspiel <u>Leistungsbewertung:</u> • ggf. Klausur / Kurzvortrag			

2.3.3 Q1 GK UV 6 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben VI: **Thema/Kontext:** Synökologie II – Der Einfluss des Menschen auf globale Stoffkreisläufe und Energieflüsse	
Inhaltsfeld: IF 5 Ökologie	
Inhaltliche Schwerpunkte:	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

• Stoffkreisläufe • Fotosynthese • Energiefluss • Nahrungsbeziehungen **Zeitbedarf**: ca. 14 Std. à 45 Minuten		Die Schülerinnen und Schüler können • **K1** bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Aufbau und Einteilung von Ökosystemen		**Wdh. Ökologischer Fachbegriffe** (siehe UV 4)	
Nahrungsbeziehungen • Trophiestufen • Nahrungskette, Nahrungsnetz • Energiefluss	stellen energetische und stoffliche Beziehungen verschiedener Organismen unter den Aspekten von Nahrungskette, Nahrungsnetz und Trophieebene formal, sprachlich und fachlich korrekt dar (K1, K3)	**EVA** Erstellung geeigneter Übersichten (Mindmap, Plakate, o.ä.) **Multiple Choice o. Arbeitsblatt** (Alles fließt – Energiefluss im Ökosystem)	
Fotosynthese • *Blattfarbstoffe und Lichtabsorption* • *Primärvorgänge und Sekundärvorgänge* • *Abhängigkeit der Fotosynthese von äußeren Faktoren* • *CAM-, C4-Pflanzen*	erläutern den Zusammenhang zwischen Fotoreaktion und Synthesereaktion und ordnen die Reaktionen den unterschiedlichen Kompartimenten des Chloroplasten zu (UF1, UF3)	**Chromatographie** von Blattfarbstoffen **Gruppenpuzzle zur** lichtabhängigen und lichtunabhängigen Reaktion der Fotosynthese mit Bilanzen **Auswerten von Graphen** (Abhängigkeit der Fotosyntheserate von der Lichtintensität, Temperatur und CO_2-Konzentration) **Partnerpuzzle** Vergleich von Licht- und Schattenblatt (fak.)	

		Partnerpuzzle CAM-Pflanzen am Beispiel sukkulenter Pflanzen; C_4-Pflanzen am Beispiel Zea Mays	
Stoffkreisläufe • *Kohlenstoffkreislauf* • *Stickstoffkreislauf*	präsentieren und erklären auf der Grundlage von Untersuchungsdaten die Wirkung von anthropogenen Faktoren auf einen ausgewählten globalen Stoffkreislauf (K1, K3, UF1)	**Schülerreferate** **Gruppenpuzzle** (Globale Klimaveränderungen)	
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> <u>Leistungsbewertung:</u> • ggf. Klausur / Kurzvortrag			

2.3.4 Q1 GK UV 7 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben VII: **Thema/Kontext:** Zyklische und sukzessive Veränderungen von Ökosystemen			
Inhaltsfeld: IF 5 Ökologie			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Sukzession (terrestrisch o. aquatisch) • Biodiversität • Veränderung von Ökosystemen **Zeitbedarf**: ca. 10 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können… • **B2** Auseinandersetzungen und Kontroversen zu biologischen und biotechnischen Problemen und Entwicklungen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Entscheidungen auf der Basis von Sachargumenten vertreten • **B3** an Beispielen von Konfliktsituationen mit biologischem Hintergrund kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen so-**

	Die Schülerinnen und Schüler …		**wie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Zeitliche Veränderung von Ökosystemen • *Sukzession* • *Aspektfolge* • *Klimax*	entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1, E5)	**Partnerarbeit** Vergleich der Veränderung aquatischer und terrestrischer Ökosysteme • Schulteich • schulnahes Waldgebiet	
Neobiota verändern Ökosysteme • *Neophyten* • *Neozoen*	recherchieren Beispiele für die biologische Invasion von Arten und leiten Folgen für das Ökosystem ab (K2, K4)	**Infotexte und Recherche** Auswirkungen auf Ökosysteme am Beispiel Heracleum mantegazzianum, caulerpa taxifloia oder procyon lotor)	
Nachhaltige Entwicklungskonzepte • *Mensch und Umwelt* • *Ökobilanzen* • *Schutz der Biodiversität*	diskutieren Konflikte zwischen der Nutzung natürlicher Ressourcen und dem Naturschutz (B2, B3) entwickeln Handlungsoptionen für das eigene Konsumverhalten und schätzen diese unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit ein (B2, B3)	**Vergleich und pro/contra-Diskussion** von Schadstoff- und Ökobilanzen • Deutschland • Weltweit (fak.) • Evtl. Fracking **Mindmap** Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege **Diskussion** Nutzung natürlicher Ressourcen und Naturschutz	
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> • Dokumentation einer Exkursion <u>Leistungsbewertung:</u> • ggf. Klausur / Kurzvortrag			

3. Qualifikationsphase 2 Grundkurs

3.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase 2 - GK

Qualifikationsphase II	
<u>*Unterrichtsvorhaben I:*</u> **Thema/Kontext:** *Evolution in Aktion – Welche Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel?* **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung**: • UF1 Wiedergabe • UF3 Systematisierung • K4 Argumentation **Inhaltsfeld**: IF 6 (Evolution) **Inhaltliche Schwerpunkte**: • Grundlagen evolutiver Veränderung • Artbegriff und Artbildung • Stammbäume (Teil 1) **Zeitbedarf**: ca. 16 Std. à 45 Minuten	<u>*Unterrichtsvorhaben II:*</u> **Thema/Kontext:** *Evolution von Sozialstrukturen – Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?* **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** • UF2 Auswahl • UF4 Vernetzung **Inhaltsfeld**: IF 6 (Evolution) **Inhaltliche Schwerpunkte**: • Evolution und Verhalten **Zeitbedarf**: ca. 8 Std. à 45 Minuten
<u>*Unterrichtsvorhaben III:*</u> **Thema/Kontext:** *Humanevolution – Wie entstand der heutige Mensch?* **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** • UF3 Systematisierung • K4 Argumentation **Inhaltsfeld**: IF 6 (Evolution) **Inhaltliche Schwerpunkte**: • Evolution des Menschen • Stammbäume (Teil 2) **Zeitbedarf**: ca. 8 Std. à 45 Minuten	<u>*Unterrichtsvorhaben IV:*</u> **Thema/Kontext:** *Molekulare und zellbiologische Grundlagen der Informationsverarbeitung und Wahrnehmung – Wie wird aus einer durch einen Reiz ausgelösten Erregung eine Wahrnehmung?* **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** • UF1 Wiedergabe • UF 2 Auwahl • E6 Modelle • K3 Präsentation **Inhaltsfeld**: IF 4 (Neurobiologie) **Inhaltliche Schwerpunkte**: • Aufbau und Funktion von Neuronen • Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung

	Zeitbedarf: ca. 20 Std. à 45 Minuten
<u>*Unterrichtsvorhaben V:*</u> **Thema/Kontext:** *Lernen und Gedächtnis – Wie muss ich mich verhalten, um Abiturstoff am besten zu lernen und zu behalten?* **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:** • K1 Dokumentation • UF4 Vernetzung **Inhaltsfeld**: IF 4 (Neurobiologie) **Inhaltliche Schwerpunkte**: • Plastizität und Lernen **Zeitbedarf**: ca. 8 Std. à 45 Minuten	
<u>Summe Qualifikationsphase 2: 60 Stunden</u>	

3.2 Qualifikationsphase 2 – Grundkurs – Mögliche konkretisierte Unterrichtsvorhaben für das 1. Halbjahr

Inhaltsfeld: IF 6 (Evolutionsbiologie)

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

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Grundlagen evolutiver Veränderung
- Artbegriff und Artbildung
- Stammbäume
- Evolution und Verhalten
- Evolution des Menschen

Basiskonzepte:

System
Art, Population, Paarungssysteme, Genpool, Gen, Allel, mtDNA

Struktur und Funktion
Mutation, Rekombination, Selektion, Gendrift, Isolation, Investment, Homologie

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

Zeitbedarf: ca. 32 Std. à 45 Minuten

3.2.1 Q2 GK UV 1 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben I: Thema/ Kontext: Evolution in Aktion - *Welche Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel?*			
Inhaltsfelder: Evolution			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Grundlagen evolutiver Veränderung • Artbegriff und Artbildung • Stammbäume (Teil1) **Zeitaufwand:** ca. 16 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • UF1 biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern. • UF3 biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen. • K4 sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.	
Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompe-tenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Welche genetischen Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel? • Grundlagen des evolutiven Wandels • Grundlagen biologischer Angepasstheit • Populationen und ihre genetische Struktur	erkennen die Variabilität und Artenvielfalt erläutern den Einfluss der Evolutionsfaktoren (Mutation, Rekombination, Selektion, Gendrift) auf den Genpool der Population (UF4, UF1). erläutern das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen (UF1, UF4).	**Materialien** zur genetischen Variabilität und ihren Ursachen. Beispiel: Hainschnirkelschnecken **Materialien** zu abiotischen und biotischen Selektionsfaktoren (Beispiel: Birkenspanner, Kerguelen-Fliege).	An vorgegebenen Materialien zur genetischen Variabilität wird arbeitsgleich gearbeitet. Das Spiel wird durchgeführt und ausgewertet; eine Reflexion wird vorgenommen.

		Gruppengleiches Spiel zur Selektion	
Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen? • Isolationsmechanismen • Artbildung	erklären Modellvorstellungen zu allopatrischen und sympatrischen Artbildungsprozessen an Beispielen (E6, UF1).	**Material** zum Beispiel zu Buntbarschen, Galapagosfinken, etc.	Unterschiede zwischen sympatrischer und allopatrischer Artbildung werden erarbeitet.
Welche Ursachen führen zur großen Artenvielfalt? • Adaptive Radiation	stellen den Vorgang der adaptiven Radiation unter dem Aspekt der Angepasstheit dar (UF2, UF4).	**Bilder und Texte** zum Beispiel am Thema „Adaptive Radiation der Galapagosfinken“	Ein Konzept zur Entstehung der adaptiven Radiation wird entwickelt.
Welche Ursachen führen zur Coevolution und welche Vorteile ergeben sich? • Coevolution • Selektion und Anpassung	wählen angemessene Medien zur Darstellung von Beispielen zur Coevolution aus Zoologie und Botanik aus und präsentieren Beispiele (K3, UF2). belegen an Beispielen den aktuellen evolutionären Wandel von Organismen (u.a. mithilfe von Auszügen aus Gendatenbanken) (E2, E5).	**Bisysteme** (Parasitismus, Symbiose, etc.) zum Beispiel Blüte/Bestäuber **Texte und Schemata** zur Kosten-Nutzen-Analyse **mediengestützte Präsentationen**	Eine Kosten-Nutzen-Analyse wird erstellt. Anhand einer selbst gewählten medialen Darstellung werden verschiedene Beispiele der Coevolution präsentiert.

Wie lassen sich die evolutiven Mechanismen in einer Theorie zusammenfassen? • Synthetische Evolutionstheorie	stellen die Synthetische Evolutionstheorie zusammenfassend dar (UF2, UF4).	**Gruppenpuzzle** zu Evolutionstheorien (Darwin, Lamarck, etc.)	Die Faktoren, die zur Entwicklung der synthetischen Evolutionstheorie führten, werden mithilfe einer Textsammlung aus Schulbüchern kritisch analysiert. Eine vollständige Definition der Synthetischen Evolutionstheorie wird erarbeitet.
Was deutet auf verwandtschaftliche Beziehungen von Lebewesen hin? • Belege für die Evolution • konvergente und divergente Entwicklung	stellen Belege für die Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie (u.a. Molekularbiologie) adressatengerecht dar (K1, K3). analysieren molekulargenetische Daten und deuten diese im Hinblick auf die Verbreitung von Allelen und Verwandtschaftsbeziehungen von Lebewesen (E5, E6). deuten Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Merkmalen von Organismen zum Beleg konvergenter und divergenter Entwicklungen (E5, UF3).	**Abbildungen** von Beispielen konvergenter /divergenter Entwicklung und Homologien **Arbeitsteilige Gruppenarbeit** Texte und Abbildungen zu verschiedenen Untersuchungsmethoden: DNA-DNA-Hybridisierung, Aminosäure- und DNA-Sequenzanalysen, etc.	Definitionen werden anhand der Abbildungen entwickelt. Die unterschiedlichen Methoden werden analysiert und vor dem Kurs präsentiert.
Wie lassen sich Verwandtschaftsverhältnisse ermitteln und systematisieren? • Homologien • Grundlagen der Systematik	entwickeln und erläutern Hypothesen zu phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Homologien (E3, E5, K1, K4). beschreiben die Einordnung von Lebewesen mithilfe der Systematik	**Daten und Abbildungen** zu morphologischen Merkmalen der Wirbeltiere und der Unterschiede **Ergebnisse/Daten** von molekulargenetischen Analysen	Daten werden ausgewertet und Stammbäume erstellt.

	und der binären Nomenklatur (UF1, UF4). erstellen und analysieren Stammbäume anhand von Daten zur Ermittlung von Verwandtschaftsbeziehungen der Arten (E3, E5).	**Bilder und Texte** zu Apomorphien und Plesiomorphien und zur Nomenklatur **Lernplakat** mit Stammbaumentwurf **Museumsrundgang**	Ergebnisse werden diskutiert.
Diagnose von Schülerkompetenzen: • **KLP-Überprüfungsform: „Darstellungsaufgabe“** (Zum Beispiel: Mind Map, Lernplakat, Power Präsentation, Kurzvorträge…) Leistungsbewertung: • **KLP-Überprüfungsform: „Beurteilungsaufgabe“** • **Ggf.** Klausur			

3.2.2 Q2 GK UV 2 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben II: Thema/Kontext: Evolution von Sozialstrukturen – *Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?*	
Inhaltsfeld: Evolution	
Inhaltliche Schwerpunkte: • Evolution und Verhalten **Zeitbedarf**: ca. 8 Std. à 45 Minuten	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **UF2** zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden. • **UF4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Wie konnten sich Sexualdimorphismen im Verlauf der Evolution etablieren, obwohl sie auf die natürliche Selektion bezogen eher Handicaps bzw. einen Nachteil darstellen? • Evolution der Sexualität • Sexuelle Selektion - inter- und intrasexuelle Selektion - reproduktive Fitness	erläutern das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen (UF1, UF4).	**Bilder** von Tieren mit deutlichen Sexualdimorphismen **Informationstexte** zu Beispielen aus dem Tierreich	Das Phänomen Sexualdimorphismus wird visuell vermittelt.
Wieso gibt es unterschiedliche Sozial- und Paarsysteme? • Paarungssysteme • Habitatwahl	analysieren anhand von Daten die evolutionäre Entwicklung von Sozialstrukturen (Paarungssysteme, Habitatwahl) unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (E5, UF2, UF4, K4).	**Daten aus der Literatur** zum Gruppenverhalten und Sozialstrukturen am Beispiel von Vögeln oder Menschenaffen **Graphiken / Soziogramme** gestufte **Hilfen** zur Erschließung von Graphiken / Soziogrammen	Lebensgemeinschaften werden anhand von wissenschaftlichen Untersuchungsergebnissen und grundlegenden Theorien analysiert. Erklärungshypothesen werden veranschaulichend dargestellt.
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen</u>: • **KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“** <u>Leistungsbewertung:</u> • **Ggf.** Klausur			

3.2.3 Q2 GK UV 3 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben III: Thema/ Kontext: Humanevolution – *Wie entstand der heutige Mensch?*			
Inhaltsfeld: Evolution/ Genetik			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Evolution des Menschen • Stammbäume (Teil 2) **Zeitaufwand:** 8 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **UF3** biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen. • **K4** sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.	
Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Mensch und Affe – wie nahe verwandt sind sie? • Primatenevolution	ordnen den modernen Menschen kriterieengeleitet Primaten zu (UF3). entwickeln und erläutern Hypothesen zu phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Homologien (E3, E5, K1, K4). erstellen und analysieren Stammbäume anhand von Daten zur Ermittlung von Verwandtschaftsbeziehungen von Arten (E3, E5).	Einstieg **Hominidenschädel** verschiedene Entwürfe von **Stammbäumen** der Primaten basierend auf anatomisch-morphologischen Belegen **DNA-Sequenzanalysen** verschiedener Primaten **Tabellenauswertung**: Überblick über Parasiten verschiedener Primaten	Daten werden analysiert, Ergebnisse ausgewertet und Hypothesen diskutiert. Auf der Basis der Ergebnisse wird ein präziser Stammbaum erstellt.

Wie erfolgte die Evolution des Menschen? • Hominidenevolution	diskutieren wissenschaftliche Befunde (u.a. Schlüsselmerkmale) und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch-konstruktiv (K4, E7, B4).	**Exkursion Palaeon (Homo heidelbergensis)** **Schädelvergleiche**	Vorbereitung und Nachbereitung der Exkursion (Hominidenstammbäume). Vorträge zu den Arten werden entwickelt.
Wie sind wir mit dem Neandertaler verwandt? • *Homo sapiens sapiens* und Neandertaler	diskutieren wissenschaftliche Befunde (u.a. Schlüsselmerkmale) und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch-konstruktiv (K4, E7, B4).	**Materialien zu molekularen Untersuchungsergebnissen** (Neandertaler, Homo Sapiens)	Wissenschaftliche Untersuchungen werden kritisch analysiert.
Wie lässt sich Rassismus biologisch widerlegen? • Menschliche Rassen gestern und heute	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).	**Texte** zu „Menschenrassen“ **Podiumsdiskussion**	Argumente werden mittels Belege aus der Literatur erarbeitet und diskutiert. Die Podiumsdiskussion wird anhand eines Kriterienkatalogs reflektiert.
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> • **KLP-Überprüfungsform: „Beobachtungsaufgabe“** (Podiumsdiskussion) <u>Leistungsbewertung:</u> • **KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe**“			

3.3 Qualifikationsphase 2 – Grundkurs – Mögliche konkretisierte Unterrichtsvorhaben für das 2. Halbjahr

Inhaltsfeld: IF 4 (Neurobiologie)

- **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:

- Aufbau und Funktionen von Neuronen
- Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung
- Plastizität und Lernen

Basiskonzepte:

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

Struktur und Funktion
Neuron, Natrium-Kalium-Pumpe, Potentiale, Amplituden- und Frequenzmodulation, Synapse, Neurotransmitter, Hormon, second messenger, *Reaktionskaskade, Fototransduktion, Sympaticus, Parasympaticus,* Neuroenhancer

Entwicklung
Neuronale Plastizität

Zeitbedarf: ca. 28 Std. à 45 Minuten

3.3.1 Q2 GK UV 4 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben IV: **Thema/Kontext:** Molekulare und zellbiologische Grundlagen der neuronalen Informationsverarbeitung – Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie ist es organisiert?			
Inhaltsfeld: IF 4 (Neurobiologie)			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Aufbau und Funktion von Neuronen • Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung **Zeitbedarf**: ca. 20 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **UF1** den Aufbau und die Funktionen des Neurons beschreiben • **E5, E2, UF1, UF2** Ableitungen von Potentialen mittels Messelektroden an Axon und Synapse erklären und werten Messergebnisse unter Zuordnung der molekularen Vorgänge an Biomembranen aus • **UF1** die Entstehung und die Weiterleitung des Aktionspotentials an myelenisierten und nicht myelinisierten Axonen erklären • **UF1, UF3** die Verschaltung von Neuronen bei der Erregungsweiterleitung und der Verrechnung von Potentialen mit der Funktion der Synapsen auf molekularer Ebene erläutern	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Wie ist ein Neuron aufgebaut? • Aufbau und Funktion von Neuronen • Bau und Funktion von Gliazellen • Myelenisierte und nicht myelenisierte Neuronen	beschreiben die Aufbau und Funktion des Neurons (UF1). erklären Ableitungen von Potentialen mittels Messelektroden an Axon und Synapse und werten Messerergebnisse unter Zuordnung der molekularen Vorgänge an Biomembranen aus (E5, E2, UF1, UF2).	**Modellarbeit:** • Neuronenmodell • Biomembranmodell Einordnung in den Kontext der Informationsverarbeitung Informationstexte zu Bau und Funktion eines Neurons; Aufgaben und Typisierung von Gliazellen Gegenüberstellung von Organismen mit und ohne Myelinscheide	Es ist wichtig sehr visuell und wenn möglich praxisorientiert zu arbeiten, um im Laufe der Unterrichtsreihe immer wieder auf die modellhaften Prinzipien zurückzugreifen evtl. Schülervorträge

Wie entsteht ein Potential und wie wird es weitergeleitet? • Ruhepotential • Aktionspotential • saltatorische und nicht saltatorische Erregungsleitung	entwickeln Modellvorstellungen zur Veränderung von Ionenströmen durch Ionenkanäle (E6, E5, K4) erklären die Weiterleitung des Aktionspotentials an myelisierten Axonen (UF1)	**Modellveranschaulichung** mit selbstgebastelten Biomembranen Informationstexte, Bilder und kurze Filme zum Aktionspotential	Um das recht komplexe Thema zu veranschaulichen, bietet es sich an praktische Einheiten zu vertiefen, z.B. Demonstrationsversuch mit Dominosteinen zur Geschwindigkeitsmessung
Was passiert, wenn Potentiale aufeinandertreffen und wie wird ein Potential übertragen? • zeitliche und räumliche Summation • chemische Synapse (elektrisch, chemisch, elektrisch) • elektrische Synapse • Synapsengifte	erläutern die Verschaltung von Neuronen bei der Erregungsweiterleitung und der Verrechnung von Potentialen mit der Funktion der Synapsen auf molekularer Ebene (UF1, UF3)	Veranschaulichung durch Demoexperiment durch räumliche Darstellung mit Schülern als inhibitorische oder erregende Potentiale; Bsp. Beutefangverhalten bei Kröten (Atrappenversuche); Modellbau chemische Synapse Umgang mit Modellen und Modellkritik	

<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u>

- Vorwissens- und Verknüpfungstests – Neuronale Verknüpfungen und Signalleitungen

<u>Leistungsbewertung:</u>

- Kurztests
- Transferaufgaben zu Synapsenvorgängen (z.B. Drogen, Gifte, Sucht etc.) auch als Schülervorträge möglich
- ggf. Teil einer Klausur

3.3.2 Q2 GK UV 5 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben V: **Thema/ Kontext:** Lernen und Gedächtnis - *Wie muss ich mich verhalten, um Abiturstoff am besten zu lernen und zu behalten?*			
Inhaltsfeld: IF 4 (Neurobiologie)			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Plastizität und Lernen **Zeitbedarf**: ca. 8 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **K1** bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden • **UF4** die Bedeutung der Plastizität des Gehirns für ein lebenslanges Lernen erklären • **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Plastizität und Lernen ***Wie funktioniert unser Gedächtnis?*** • Informationsverarbeitung im Zentralnervensystem • Bau des Gehirns • Hirnfunktionen ***Was passiert, wenn eine Information aus dem Kurzzeit - ins Langzeitgedächtnis überführt wird?***	erklären die Rolle von Sympathikus und Parasympathikus bei der neuronalen und hormonellen Regelung von physiologischen Funktionen an Beispielen (UF4, E6, UF2, UF1) stellen aktuelle Modellvorstellungen zum Gedächtnis auf anatomisch - physiologischer Ebene dar (K3, B1). erklären die Bedeutung der Plastizität des Gehirns	Lernumgebung zum Thema „Gedächtnis und Lernen“ Diese enthält: • Informationsblätter zu Mehrspeichermodellen: a) Atkinson & Shiffrin (1971) b) Brandt (1997) c) Pritzel, Brand, Markowitsch (2003) • Internetquelle zur weiterführenden Recherche für SuS: Uni Linz	an dieser Stelle kann sehr gut ein Lernprodukt in Form einer Wikipedia-Seite zum effizienten Lernen erstellt werden. Vorschlag: Herausgearbeitet werden soll der Einfluss von: • Stress • Schlaf bzw. Ruhephasen • Versprachlichung • Wiederholung von Inhalten Gemeinsamkeiten der Modelle (z.B. Grundprinzip: Enkodierung – Speicherung – Abruf) und Unterschiede (Rolle und Speicherung im Kurz- und Langzeitgedächtnis) werden herausgestellt.

	für ein lebenslanges Lernen (E6, UF4).		Möglichkeiten und Grenzen der Modelle werden herausgearbeitet. Im Vordergrund stehen die Herausarbeitung und Visualisierung des Begriffs „Neuronale Plastizität“: (Umbau-, Wachstums-, Verzweigungs- und Aktivitätsmuster von Nervenzellen im Gehirn mit besonderem Schwerpunkt auf das Wachstum der Großhirnrinde) Möglichkeiten und Grenzen der Modelle werden einander gegenübergestellt.
Welche Möglichkeiten und Grenzen bestehen bei bildgebenden Verfahren?	ermitteln mithilfe von Aufnahmen eines bildgebenden Verfahrens Aktivitäten verschiedener Gehirnareale (E5, UF4)	gestufte Hilfen mit Leitfragen zum Modellvergleich Informationstexte zu a) Mechanismen der neuronalen Plastizität b) neuronalen Plastizität in der Jugend und im Alter MRT und fMRT Bilder, die unterschiedliche Struktur- und Aktivitätsmuster bei Probanden zeigen. Informationstexte, Bilder und kurze Filme zu PET und fMRT	
Wie beeinflusst Stress unser Lernen? • Einfluss von Stress auf das Lernen und das menschliche Gedächtnis • Cortisol-Stoffwechsel		Datenmaterial Informationstext zum Cortisol-Stoffwechsel (CRH, ACTH, Cortisol) Kriterien zur Erstellung von Merkblättern der SuS	Die Messungen von Augenbewegungen und Gedächtnisleistungen in Ruhe und bei Störungen werden ausgewertet. (Idealerweise authentische Messungen bei einzelnen SuS) Konsequenzen für die Gestaltung einer geeigneten Lernumgebung werden auf Basis der Datenlage abgeleitet. Sie könnten z.B. in Form eines Merkblatts zusammengestellt werden.

Welche Erklärungsansätze gibt es zur ursächlichen Erklärung von Morbus Alzheimer und welche Therapie-Ansätze und Grenzen gibt es? • Degenerative Erkrankungen des Gehirns	recherchieren und präsentieren aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu einer degenerativen Erkrankung (K2, K3).	**Recherche in digitalen und analogen Medien, die von den SuS selbst gewählt werden.** formale Kriterien zur Erstellung eines Flyers Beobachtungsbögen **Reflexionsgespräch**	Informationen und Abbildungen werden recherchiert. An dieser Stelle bietet es sich an, ein Lernprodukt in Form eines Informationsflyers zu erstellen. Präsentationen werden inhalts- und darstellungsbezogen beobachtet und reflektiert.
Wie wirken Neuroenhancer? • Neuro-Enhancement: Medikamente gegen Alzheimer, Demenz und ADHS	dokumentieren und präsentieren die Wirkung von endo- und exogenen Stoffen auf Vorgänge am Axon, der Synapse und auf Gehirnareale an konkreten Beispielen (K1, K3, UF2). erklären Wirkungen von exogenen Substanzen auf den Körper und bewerten mögliche Folgen für Individuum und Gesellschaft (B3, B4, B2, UF4)	Arbeitsblätter zur Wirkungsweise von verschiedenen Neuro-Enhancern Partnerarbeit Kurzvorträge mithilfe von Abbildungen (u. a. zum synaptischen Spalt) Unterrichtsgespräch Erfahrungsberichte Podiumsdiskussion zum Thema: Sollen Neuroenhancer allen frei zugänglich gemacht werden? Rollenkarten mit Vertretern verschiedener Interessengruppen.	Die Wirkweise von Neuroenhancern (auf Modellebene!) wird erarbeitet. Im Unterricht werden Gemeinsamkeiten und Unterschiede der verschiedenen Neuroenhancer gemeinsam erarbeitet und systematisiert. An dieser Stelle bietet sich eine Podiumsdiskussion an.
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> • „Bewertungsaufgabe“ (z.B. zum Thema: Neuroenhancement – Chancen oder Risiken?) <u>Leistungsbewertung:</u> • ggf. Teil einer Klausur			

4. Qualifikationsphase 1 Leistungskurs

4.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase 1 - LK

4.2 Qualifikationsphase 1 – Leistungskurs – Mögliche konkretisierte Unterrichtsvorhaben für das 1. Halbjahr

Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)

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

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

Inhaltliche Schwerpunkte:

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

Basiskonzepte:

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

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

Entwicklung
Transgener Organismus, Synthetischer Organismus, Epigenese, Zelldifferenzierung, Meiose

Zeitbedarf:

ca. 75 Ustd. à 45 Minuten (Leistungskurs)

4.2.1 Q1 LK UV 1 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben I **Thema/Kontext:** Proteinbiosynthese – *Wie steuern Gene die Ausprägung von Merkmalen, welche Konsequenzen haben Veränderungen der genetischen Strukturen für einen Organismus und welche regulatorischen Proteine und Prozesse kontrollieren die Genexpression?*	
Inhaltsfeld 3: Genetik	
Inhaltliche Schwerpunkte: • Proteinbiosynthese • Genregulation **Zeitbedarf**: ca. 49 Ustd. à 45 Minuten (Leistungskurs)	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können… • **E3** mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten, • **E6** Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen, • **UF1** biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern. • **UF4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.

Sequenzierung: ***Fragestellungen*** **inhaltliche Aspekte**	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** Verbindliche Absprachen im Fettdruck

Welcher chemische Bestandteil der Chromosomen ist der Träger der Erbinformation? • Bakterien und Viren • Aufbau und Struktur der DNA (Wh.) *Wie wird die DNA im Labor vervielfältigt?* • semikonservative Replikation (Wh.) • PCR ca.12 Ustd. •	erläutern molekulargenetische Verfahren (u.a. PCR, Gelektrophorese) und ihre Einsatzgebiete (E4, E2, UF1)	Historischer Einstieg in das Inhaltsfeld Genetik über GRIFFITH und AVERY sowie HERSHEY und CHASE [1] • Problematisierung: DNA oder Protein als Träger der Erbinformation? • Auswertung der Versuche und Wiederholung der molekularen Struktur von DNA und Proteinen In diesem Kontext kann auch folgende Kompetenz erworben werden: Die SuS begründen die Verwendung bestimmter Modellorganismen (u.a. *E.coli*) für besondere Fragestellungen genetischer Forschung. (E6, E3) Betrachtung einer bakteriellen Wachstumskurve • Problematisierung durch Wechsel der Systemebenen: Zellverdopplung/DNA-Verdopplung • Wiederholung der semikonservativen Replikation, Vertiefung (Replikationsblase, beteiligte Enzyme) Einblick in die Forschung: • Entwicklung der PCR als Werkzeug zur Vervielfältigung von DNA-Proben auf Grundlage des Replikationsmechanismus
Wie steuern Gene die Ausprägung von Merkmalen? • Ein-Gen-ein-Polypeptid-Hypothese		Historischer Zugang über Alkaptonurie (Hypothese von GARROD) und / oder das Experiment von BEADLE und TATUM Analyse der Experimentalreihe zur Aufklärung der Proteinbiosynthese in vitro (benötigte Komponenten: Ribosomen, mRNA, tRNA, Aminosäuren) [2]

• Proteinbiosynthese • Mechanismus der Transkription	erläutern wissenschaftliche Experimente zur Aufklärung der Proteinbiosynthese, generieren Hypothesen auf der Grundlage der Versuchspläne und interpretieren die Versuchsergebnisse (E3, E4, E5).	Modellhafte Erarbeitung der Grundschritte der Proteinbiosynthese (z. B. Einsatz eines dynamischen Funktionsmodells). • Nachvollzug des Ablaufs der Transkription anhand einer Animation [3] • Erwerb detaillierter Fachkenntnisse zum Ablauf der Transkription (z.B. Funktion der RNA-Polymerase, Start- und Stoppsignal, Erkennen der Transkriptionsrichtung; noch keine umfassende Betrachtung der Transkriptionsfaktoren) mit dem Ziel einer fachsprachlich angemessenen Präsentation des Vorgangs.

• Genetischer Code
  ○ Aufklärung
  ○ Eigenschaften
	benennen Fragestellungen und stellen Hypothesen zur Entschlüsselung des genetischen Codes auf und erläutern klassische Experimente zur Entwicklung der Code-Sonne (E1, E3, E4).
	
	erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Genmutationen / Mutationstypen (UF1, UF2).
		Analyse der Experimente von NIRENBERG zur Entschlüsselung des genetischen Codes nach dem naturwissenschaftlichen Weg der Erkenntnisgewinnung [4]
		
		Erarbeitung der Eigenschaften des genetischen Codes
		□ Anwendung der Codesonne

• Mechanismus der Translation	vergleichen die molekularbiologischen Abläufe in der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten (UF1, UF3).	Erwerb von detaillierten Fachkenntnissen zum Vorgang der Translation Mögliche Vertiefung: Inhibitoren der prokaryotischen PBS als Antibiotika

• Vergleich der Proteinbiosynthese bei Prokaryonten und Eukaryonten • RNA-Prozessierung ca.10 Ustd.		Tabellarischer Vergleich der Vorgänge bei der Proteinbiosynthese von Prokaryonten und Eukaryonten (Kompartimentierung, Introns/Exons, Prozessierung, Spleißen, Capping, Tailing, Aufbau der Ribosomen. alternatives Spleißen und posttranslationale Modifikationen)
Wie wirken sich Veränderungen im genetischen Code aus? • Genmutationen • Genwirkketten	Erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Genmutationen / Mutationstypen (UF1, UF2). erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp (u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4)	Rückbezug auf Alkaptonurie o. a. genetisch bedingte Erkrankung, um zu Mutationen überzuleiten. • Mutationsanalyse auf Genebene • Sequenzanalyse nach SANGER als Methode zur Ermittlung von Basenabfolgen Klassifizierung der Mutationstypen, hier insbesondere der Genmutationen: • Punktmutation (stumm, missense, nonsense), • Rasterschubmutation (Deletion, Insertion) z. B. am Beispiel der unterschiedlichen Möglichkeiten einer Mutation, die zu genetisch bedingten Erkrankungen führen [5] Erarbeitung der Auswirkungen von Genmutationen auf den Organismus (z.B. bei Retinopathia pigmentosa) und auf Genwirkketten (am Beispiel des Phenylalanin-stoffwechsels)
Wodurch entstehen Mutationen? • Mutagene • Protoonkogene und Tumor-	erklären mithilfe eines Modells die Wechselwirkung von Proto-Onkogenen und Tumor-Suppressorgenen auf die Regulation des Zellzyklus	Untersuchung des Einflusses von Mutagenen auf die Entstehung von Mutationen Erläuterung des Test-Ansatzes und Diskussion der Ergebnisse eines AMES-Tests sowie der Eignung dieses Verfahrens zur Beurteilung des mutagenen Potentials einer Substanz Erarbeitung der Krebsentstehung durch Mutationen

Suppressorgene ca.15 Ust.	und beurteilen die Folgen von Mutationen in diesen Genen (E6, UF1, UF3, UF4). erklären mit Hilfe von Modellen genregulatorische Vorgänge bei Eukaryoten (E6).	in Proto-Onkogenen (z. B. ras-Gene) und Tumor-Suppressorgenen (z. B. p53-Gen) gestörte Regulation der Transkription z. B. mit Hilfe der Aufgabensequenz „Tumorgene“ [6] Mögliche Abschlussdiagnose: Vertiefung der Fachkenntnisse z. B anhand einer Lernaufgabe zu „Mondscheinkindern“, Schwerpunkte: „Mutagene“, „Analyse der Mutation“ und „Störung von Reparaturmechanismen“
Wie wird die Bildung von Proteinen bei Prokaryoten reguliert? • Tryp-Operon • Lac-Operon	erläutern und entwickeln Modellvorstellungen auf der Grundlage von Experimenten zur Aufklärung der Genregulation bei Prokaryoten (E2, E5, E6)	Erarbeitung der Endprodukthemmung • AB Bakterienwachstum auf Tryptophan • Veranschaulichung anhand eines Funktionsmodells Erarbeitung der Substratinduktion • AB Bakterienwachstum auf Glucose bei späterer Zugabe von Lactose Übertragung des Funktionsmodells auf Substratinduktion Kennzeichnung beider Regulationstypen als negative Kontrolle Erarbeitung eines Beispiels für positive Kontrolle • AB Bakterienwachstum auf Glucose bei gleichzeitiger Anwesenheit von Lactose [7]
Wie wird die Bildung von Proteinen bei Eukaryoten reguliert? • Transkriptionsebene	erläutern die Bedeutung der Transkriptionsfaktoren für die Regulation von Zellstoffwechsel und Entwicklung (UF1, UF4) erklären mit Hilfe von Modellen genregulatorische Vorgänge bei Eukaryoten	Herausstellung des Silencer- und Enhancer-Prinzips bei Transkriptionsfaktoren • Die Benennung der einzelnen Transkriptionsfaktoren ist nicht erforderlich.

• DNA-Methylierung • Translationsebene RNA-Interferenz ca. 12 Ustd.	(E6) erläutern epigenetische Modelle zur Regulation des Zellstoffwechsels und leiten Konsequenzen für den Organismus ab (E6)	• Hier bietet sich eine erneute Thematisierung der Rolle von p53 als Wächter des Genoms an Erarbeitung der Methylierung von DNA als Grundlage für das Verständnis epigenetischer Vorgänge. Einstieg: z.B. Video „Gene zum Schweigen gebracht“ [10] Erarbeitung: Einsatz der RNA-Interferenz in der Gentechnik an einem Beispiel (Amflora oder Anti-Matsch-Tomate) • Lernzirkel „Gentechnik bei Pflanzen und Tieren“, Station 4a und 4b [11] • Materialien zur Anti-Matsch-Tomate [12]
<u>Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen</u> <u>Leistungsbewertung:</u> ggf. Klausur		

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialein-fach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt2.html	Das Unterrichtsmaterial „GENial einfach!“ wurde in Abstimmung mit Wissenschaftlern des Nationalen Genomforschungsnetzes (NGFN) sowie Didaktikern und Lehrkräften erstellt. Zu jedem Modul gibt es Arbeitsblätter mit Abbildungen und Aufgaben. Die Druckvorlagen der Arbeitsblätter sind komplett gestaltet. Jedes Modul schließt mit einer gestalteten Lernkontrolle – ebenfalls als PDF-Datei – ab.
2	https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/biologie/artikel/eiweisssynthese	Schematische Abbildung des in vitro-Experiments
3	GIDA Molekulare Genetik - Proteinbiosynthese	Leicht verständliche Animationen und aufbereitetes Arbeitsmaterial. Eingestellt bei www.edmond-nrw.de zum kostenlosen Download.
4	http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/material/Modul%201/Mod_1_AB_5.pdf	vgl. 1
5	https://www.schulentwicklung.nrw.de/material-datenbank/material/view/5649	Lernaufgabe „Genmutationstypen am Beispiel der Krankheit Retinopathia pigmentosa"
6	https://www.schulentwicklung.nrw.de/material-datenbank/material/view/5648	Lernaufgabe „Tumore: Zellen außer Kontrolle – Welchen Einfluss haben Gene auf die Entstehung von Krebs?“
7	http://molgen.biologie.uni-mainz.de/Downloads/PDFs/Grundpraktikum/transkription2-2017.pdf	Sehr umfassender Überblick über sowohl die negative als auch die positive Kontrolle des Lac-Operons mit zahlreichen Animationen, historischen Bezüge und weiterführenden Fragen.
8	https://www.youtube.com/watch?v=xshPL5hU0Kg	Das Video zeigt sowohl die DNA-Methylierung als auch die Acetylierung der Histone und definiert, was unter Epigenetik zu verstehen ist.
9	https://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/5540?print=yes	Der Artikel in Max-Wissen fasst auch für Schülerinnen und Schüler sehr verständlich DNA-Methylierung und Acetylierung der Histone zusammen.
10	https://www.spektrum.de/alias/videos-aus-der-wissenschaft/gene-zum-schweigen-gebracht-der-faszinierende-mechanismus-der-rna-interferenz/1155469	Das Video zeigt, wie die RNA-Interferenz an der Genregulation beteiligt ist und wie die Kenntnisse über den Mechanismus gentechnisch angewendet werden kann.

11	https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matna-tech/bio/gym/bp2004/fb4/2_gen/zir-kel/09_stat_4b/	Innerhalb dieses Lernzirkels können unterschiedliche Methoden der Gentechnik (u.a. *Agrobacterium tumefaciens*, BT-Mais, Knockout-Organismen, gv-Lachs und die angesprochene RNA-Interferenz an Stationen erarbeitet werden.
12	https://www.uni-muenster.de/imperia/md/con-tent/biologie_ibbp/agboehmer/lehre/gentech-nik/ss2016/anti-matsch_tomate_2_.pdf	Das PDF-Dokument zeigt anschaulich die gentechnische Herstellung der Anti-Matsch-Tomate und kann alternativ zum Lernzirkel (siehe S.11) eingesetzt werden.

Letzter Zugriff auf die URL: 17.07.2018

4.2.2 Q1 LK UV 2 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben II **Thema / Kontext:** Humangenetische Beratung – *Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf?*	
Inhaltsfeld 5: Genetik	
Inhaltliche Schwerpunkte: • Meiose und Rekombination • Analyse von Familienstammbäumen • Gentechnik / Gentechnologie • Bioethik	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können… • **UF4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen. • **E1** in vorgegebenen Situationen biologische Phänomene beschreiben, in Teilprobleme zerlegen und dazu biologische Fragestellungen formulieren • **E3** zur Klärung biologischer Fragestellungen Hypothesen formulieren und Möglichkeiten zu ihrer Überprüfung angeben

Zeitbedarf: ca. 26 Std. à 45 Minuten (Leistungskurs)	• **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern. • **B3** an Beispielen von Konfliktsituationen mit biologischem Hintergrund kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten.

Sequenzierung: ***Fragestellungen*** **inhaltliche Aspekte**	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** Verbindliche Absprachen im Fettdruck
Wie bleibt der artspezifische Chromosomensatz des Menschen von Generation zu Generation erhalten? • Chromosomen • Meiose und Rekombinationsvorgänge *Wie lassen sich Merkmalsausprägungen erklären, die nicht auf die Mendelschen Regeln zurückzuführen sind?* • Intrachromosomale Rekombination • Chromosomen- und Genommutationen (hier z. B. Trisomie 21)	erläutern die Grundprinzipien der Rekombination (Reduktion und Neukombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung (UF4). erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp (u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4) erläutern die Grundprinzipien der inter- und intrachromosomalen Rekombination (Reduktion und Neukombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung (UF4).	Möglicher Einstieg: Entwicklungszyklus des Menschen Klärung der Begriffe Haploidie und Diploidie sowie Bestimmung des Geschlechts anhand eines Karyogramms Wiederholung der Meiose und des Prinzips der interchromosomalen Rekombination [1, 2] Analyse einer Genommutation (z.B. Trisomie 21, Klinefelter- und Turnersyndrom) Veranschaulichung der Ursachen durch Fehler bei der Meiose eines Elternteils. Erweiterung auf Chromosomenmutationen (z. B. Translokationstrisomie, balancierte Translokationstrisomie, Mosaiktrisomie) [3, 4]

ca. 5 Ustd.		
Wie lassen sich aus Familienstammbäumen Vererbungsmodi ermitteln? • Erbgänge und Stammbaumanalyse ca. 9 UStd.	formulieren bei der Stammbaumanalyse Hypothesen zum Vererbungsmodus genetisch bedingter Merkmale (X-chromosomal, autosomal, Zweifaktorenanalyse; Kopplung, Crossing-over) und begründen die Hypothesen mit vorhandenen Daten auf der Grundlage der Meiose (E1, E3, E5, UF4, K4). formulieren bei der Stammbaumanalyse Hypothesen zum Vererbungsmodus genetisch bedingter Merkmale (X-chromosomal, autosomal, Zweifaktorenanalyse; Kopplung, Crossing-over) und begründen die Hypothesen mit vorhandenen Daten auf der Grundlage der Meiose (E1, E3, E5, UF4, K4).	**Strategien zur fachsprachlich korrekten Auswertung von Stammbäumen werden an mehreren Beispielen im Unterricht eingeübt** [5, 6] Korrektur von möglichen Fehlvorstellungen der SuS zu der Beziehung zwischen dominanten und rezessiven Allelen Zweifaktorenanalyse (dihybrider Erbgang) und Crossing-over am Beispiel Bluterkrankheit / Rot-Grün-Blindheit: • Problematisierung der Grenzen und Ausweitung der Stammbaumanalyse (z. B. multiple Allele, variable Expressivität, polygen oder multifaktoriell bedingte Merkmale, Epistasie, extrachromosomale Vererbung), ggf. in kooperativer Erarbeitung
Wie können genetisch bedingte Krankheiten zuverlässig diagnostiziert werden? • Genanalyse mit Short-Tandem-Repeat-Analye (STR)	erläutern molekulargenetische Verfahren (u.a. PCR, Gelelektrophorese) und ihre Einsatzgebiete (E4, E2, UF1). *Die SuS geben die Bedeutung von DNA-Chips und Hochdurchsatz-Sequenzierung an und beurteilen / bewerten Chancen und Risiken. (B1, B3).*	Wiederholung der in UV I eingeführten molekulargenetischen Werkzeuge (PCR, Gelelektrophorese) Anwendung dieser Werkzeuge bei der Diagnostik verschiedener genetisch bedingter Krankheiten, z. B. • Chorea Huntington (STR-Analyse) • Cystische Fibrose (Sequenzanalyse, z. B. Fluoreszenzmethode) Ethische Aspekte können auch thematisiert werden.

ca. 5 Ustd. + Labortag	*Die SuS recherchieren Informationen zu humangenetischen Fragestellungen (u. a. genetisch bedingten Krankheiten), schätzen die Relevanz und Zuverlässigkeit der Informationen ein und fassen die Ergebnisse strukturiert zusammen (K2, K1, K3, K4).*	Exkursion ins Teutolab Bielefeld (z.B. Barcoding bei Orchideen) □ molekulargenetisches Praktikum ggf. weitere Anwendungsbeispiele für DNA-Analysen (z.B. genetischer Fingerabdruck)
Gentechnik: Welche therapeutischen Ansätze ergeben sich für durch Genmutationen bedingte Krankheiten? • Gentechnische Grundoperationen • Anwendungsbereiche • Stammzellen • Ethische Bewertung	beschreiben molekulargenetische Werkzeuge und erläutern deren Bedeutung für gentechnische Grundoperationen (UF1). stellen mithilfe geeigneter Medien die Herstellung transgener Lebewesen dar und diskutieren ihre Verwendung (K1, B3). beschreiben aktuelle Entwicklungen in der Biotechnologie bis hin zum Aufbau von synthetischen Organismen in ihren Konsequenzen für unterschiedliche Einsatzziele und bewerten sie (B3, B4). recherchieren Unterschiede zwischen embryonalen und adulten Stammzellen und präsentieren diese unter Verwendung geeigneter Darstellungsformen (K2, K3).	Zunächst Erarbeitung grundlegender gentechnischer Verfahren am Beispiel der Gewinnung des Humaninsulins [7] Gruppenteilige Erarbeitung verschiedener weiterer therapeutischer Ansätze, z. B. • Verhinderung der Herstellung veränderter Proteine durch antisense-mRNA [9] • Einbringen des intakten Gens in die (Stamm-) Zellen des Patienten: somatische Gentherapie • Einbringen des intakten Gens in die Keimzellen: Keimbahntherapie Materialien u. a. zu den o. g. Aspekten [10] Diskussion ethischer Aspekte

ca. 7 Ustd.	stellen naturwissenschaftlich-gesellschaftliche Positionen zum therapeutischen Einsatz von Stammzellen dar und beurteilen Interessen und Folgen ethisch (B3, B4).	
Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen Leistungsbewertung: ggf. Klausur		

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matna-tech/bio/gym/bp2004/fb3/4_klasse9_10/5_vortest/	Vortest für Schülerinnen und Schüler, um die Wissensgrundlagen für die folgende Unterrichtseinheit herzustellen. Online durchführbar oder als pdf- oder Word-Dokument zum Download inklusive Lösungen.
2	http://www.mallig.eduvinet.de/bio/Repetito/Meiose1.html	Interaktiver Online-Selbstlernkurs zur Meiose
3	Zentrale Klausur NRW BI GK 2006	In Aufgabe 2 „Pränatale Diagnoseverfahren in der humangenetischen Beratung“ zeigt das Karyogramm einer Frau mit Kinderwunsch eine balancierte Translokationstrisomie des Chromosom 21 auf das Chromosom 14, mithilfe des in Deutschland allerdings verbotenen Verfahrens der Polkörperchenanalyse soll das Risiko für die Geburt eines Kindes mit Down-Syndrom abgeschätzt werden, wenn eine von drei befruchteten Eizellen implantiert wird.
4	https://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/cms/zentralabitur-gost/faecher/getfile.php?file=4009	In Aufgabe 3, Material C der Beispielaufgabe 2017 NRW BI GK sind zwei unterschiedliche Formen der Trisomie 21 Ursache für eine Alzheimer-Demenz.
5	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5646	Lernaufgabe zur Stammbaumanalyse

6	http://www.mallig.eduvinet.de/bio/Repetito/Banaly1.html	Interaktiver Online-Selbstlernkurs zur Stammbaumanalyse
7	http://www.biologyjunction.com/ecoli%20insulin%20factory.pdf	Mit Papier und Schere werden die Schritte zur Insulinsynthese durch Bakterien modellhaft nachvollzogen. Die Anleitung ist in englischer Sprache.
8	https://www.stammzellen.nrw.de/	Umfangreiche Internetseite, enthält u.a. Kurzvideos zu verschiedenen Typen von Stammzellen, und Download-Material für die Durchführung von Diskursprojekten zu der Forschung an humanen embryonalen Stammzellen sowie zum therapeutischen Klonen.
9	https://www.apotheken-umschau.de/AMD	Verständliche Materialien zu Ursachen und Symptomen der Makula-degeneration
10	https://www.gensuisse.ch/de/gentechnik-folienset	18 farbige und illustrierte Folien vermitteln übersichtlich und fundiert die Grundlagen der Gentechnik und zeigen anschauliche und leicht verständliche Anwendungsbeispiele zu verschiedenen Themen. Zu jeder Folie gibt es einen erklärenden Begleittext mit aktuellen und weiterführenden Informationen. Folien und Begleittexte stehen einzeln oder im Set als praktische PDF-Dateien zum Ausdrucken zur Verfügung.

Letzter Zugriff auf die URL: 17.07.2018

4.3 Qualifikationsphase 1 – Leistungskurs – Mögliche konkretisierte Unterrichtsvorhaben für das 2. Halbjahr

Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)

- **Unterrichtsvorhaben III**: Autökologische Untersuchungen -
  Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf die Standortwahl und Angepasstheiten von Organismen?

- **Unterrichtsvorhaben IV:** Fotosynthese –
  Wie wird Lichtenergie in eine für alle Lebewesen nutzbare Energie umgewandelt?

- **Unterrichtsvorhaben V:** Trophieebenen –
  Was passiert mit der von den Pflanzen umgewandelten Energie?

- **Unterrichtsvorhaben VI:** Populationsdynamik –
  Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?

- **Unterrichtsvorhaben VII:** Veränderungen von Ökosystemen –
  Welchen Einfluss haben anthropogene Faktoren auf ausgewählte Ökosysteme?

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Umweltfaktoren und ökologische Potenz
- Dynamik von Populationen
- Stoffkreislauf und Energiefluss
- Fotosynthese
- Mensch und Ökosysteme

Basiskonzepte:

System
Ökosystem, Biozönose, Population, Organismus, Symbiose, Parasitismus, Konkurrenz, Kompartiment, Fotosynthese, Stoffkreislauf

Struktur und Funktion
Chloroplast, ökologische Nische, ökologische Potenz, Populationsdichte

Entwicklung
Sukzession, Populationswachstum, Lebenszyklusstrategie

Zeitbedarf:
ca. 66 UStd. à 45 Minuten

4.3.1 Q1 LK UV 3 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben III **Thema/Kontext:** Autökologische Untersuchungen - *Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf die Standortwahl und Angepasstheiten von Organismen?*	
Inhaltsfeld 5: Ökologie	
Inhaltlicher Schwerpunkt: Umweltfaktoren und ökologische Potenz **Zeitbedarf**: ca. 20 UStd. à 45 Minuten	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können… • **UF3** biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen. • **E1** selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren. • **E2** Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern. • **E4** Experimente mit komplexen Versuchsplänen und –aufbauten mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien (Sicherheit, Messvorschriften, Variablenkontrolle, Fehleranalyse) durchführen. • **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern. • **K4** sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen belegen bzw. widerlegen.

Sequenzierung: ***Fragestellungen*** **inhaltliche Aspekte**	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** Verbindliche Absprachen im Fettdruck

Wie können die Lebensprozesse in einem geschlossenen System aufrechterhalten werden?
 	
• Grundlegende Zusammenhänge in einem Ökosystem (Wiederholung)
  ○ Biotop und Biozönose
  ○ Kreisläufe und Sukzession
 	
ca. 2 UStd.
		Einführung am Beispiel „Ein Ökosystem im Glas“
		• **Reaktivierung der Vorkenntnisse anhand eines Modells** (z. B. Flaschengarten, Ecosphere, Aquarium, Biosphere II...).
		• Erarbeitung und Veranschaulichung der ökologischen Grundprinzipien.
		• Diagnose des Grundverständnisses zum Aufbau und zur Regulation von Ökosystemen. [1]
		
		Vorstellung eines linearen Arbeitsplans (advance organizer):
		vgl. Reihenfolge der Unterrichtsvorhaben

Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf das Vorkommen von Arten? • Abiotischer Faktor Temperatur • Klimaregeln • Thermoregulation bei Poikilothermen und Homoiothermen • Toleranzbereiche ausgewählter Beispielorganismen (stenöke und euryöke Arten) ca. 10 UStd.	erläutern die Aussagekraft von biologischen Regeln (u.a. tiergeographische Regeln) und grenzen diese von naturwissenschaftlichen Gesetzen ab (E7, K4). entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1,E5) planen ausgehend von Hypothesen Experimente zur Überprüfung der physiologischen Toleranz nach dem Prinzip der Variablenkontrolle, nehmen kriterienorientierte Beobachtungen und Messungen vor und deuten die Ergebnisse (E2, E3, E4, E5, K4)	Vertiefende Betrachtung des Umweltfaktors „Temperatur“ z. B. anhand der Frage: „Warum gibt es Eisbären, aber keine Eismäuse?“ • **Modellversuche zur Bergmannschen** und Allenschen **Regel** • Gegenüberstellung RGT-Regel und tiergeographische Regel • **Reflexion der naturwissenschaftlichen Prinzipien** (physikalisch und stoffwechselphysiologisch), Berechnung des Oberfläche-Volumen-Verhältnisses • Strategien zur Thermoregulation (Endo- und Ektothermie, Regelkreismodell) [2] • Vernetzung der Erkenntnisse zu den Angepasstheiten an die Jahreszeiten mit dem Konzept zu tiergeographischen Regeln und Ableitung grundlegender Prinzipien zunächst Auswertung von Diagrammen zur physiologischen Potenz verschiedener Arten nur im Einfaktoren-Experiment Temperaturorgelexperiment: Untersuchungen der Temperaturpräferenzen von Wirbellosen

Welchen Einfluss haben mehrere Umweltfaktoren auf die Existenz einer Art in einem Biotop? • Physiologische Potenz und Toleranzbereiche • Minimumgesetz • Bioindikatoren • Abiotischer Faktor Licht • Anpassungsmerkmale in der Blattmorphologie	zeigen den Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von Bioindikatoren und der Intensität abiotischer Faktoren in einem beliebigen Ökosystem (auf) (UF3, UF4, E4),	Betrachtung multifaktorieller Systeme, **Auswertung von Daten**, um die Interpretation von Toleranzkurven zu vertiefen: • (Temperatur/Licht) z. B. bei Laufkäfern (*Nebria brevicollis*) oder • (Temperatur/Feuchtigkeit) z. B. bei Kiefernspinnern Einsicht in das komplexe Zusammenwirken mehrerer Umwelt-faktoren auf das Vorkommen einer Art Erklärung von Abweichungen in der Standortwahl bei multifaktorieller Betrachtung im Vergleich zur ermittelten physiologischen Potenz bei der Betrachtung nur eines einzigen Faktors • Minimumgesetz Auswirkungen des Umweltfaktors Licht auf die Flora eines Ökosystems: • Analyse der Verbreitung ausgewählter Schattenpflanzen (z. B. Sauerklee *Oxalis acetosella*). • Definition Bioindikatoren, vergleichende Betrachtung der Zeigerwerte, z. B. von Sauerklee: Tiefschattenpflanze mit Lichtzahl 1 und Halbschattenpflanze Löwenzahn (Blattdimorphismus) mit Lichtzahl 7 • Recherche zu ausgewählten Bioindikatoren für andere abiotische Faktoren (z. B. Flechte, Brennnessel).

• Zeitlich-rhythmische Änderungen – Tagesgang der Transpiration unter verschiedenen Bedingungen	entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1, E5)	• Morphologie von Licht- und Schattenblättern, z. B.
		  ○ Löwenzahn, Buche (Fertigpräparate/Abbildungen)
		  ○ Efeu (Frischpräparate)

ca. 8 UStd.		• Angepasstheiten in der Blattmorphologie an Wasser- und Temperaturbedingungen. • Das Blatt im Tagesverlauf: Interpretation der Transpirationsleistung unter unterschiedlichen Bedingungen. In diesem Kontext kann der Grundkurs auch folgende Kompetenzen erwerben: Die SuS analysieren Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen abiotischen Faktoren (E3). Die SuS erläutern den Zusammenhang zwischen Fotoreaktion und Synthesereaktion und ordnen die Reaktionen den unterschiedlichen Kompartimenten des Chloroplasten zu (UF1, UF3).
<u>Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:</u> • Schaubild zu den Zusammenhängen in einem Modellökosystem • Protokolle <u>Leistungsbewertung:</u> ggf. Klausur		

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5647	Verschiedene Diagnose-Werkzeuge im Überblick
2	https://www3.hhu.de/biodidaktik/Steuerung_Regelung/thermo/therm1.html	Physiologische Grundlagen der Thermoregulation, Regelkreisschema zur Thermoregulation beim Menschen

Letzter Zugriff auf die URL: 17.10.201

4.3.2 Q1 LK UV 4 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben IV **Thema / Kontext:** Fotosynthese – *Wie wird Lichtenergie in eine für alle Lebewesen nutzbare Energie umgewandelt?*	
Inhaltsfeld 5: Ökologie	
Inhaltlicher Schwerpunkt: Fotosynthese (LK) **Zeitbedarf**: ca. 14 UStd. à 45 Minuten	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können… • **UF 1** biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern. • **E 1** selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren. • **E 3** mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten. • **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren.

Sequenzierung: ***Fragestellungen*** **inhaltliche Aspekte**	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** Verbindliche Absprachen im Fettdruck
Welche Bedingungen sind für eine optimale Fotosynthese-rate förderlich? Abhängigkeit der Fotosynthese-Leistung von • Lichtstärke und –qualität (Absorptionsspektrum) • CO_2-Konzentration (Minimumgesetz) • Temperatur (RGT-Regel)	analysieren Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen abiotischen Faktoren (E3). leiten aus Forschungsexperimenten zur Aufklärung der Fotosynthese zu Grunde liegende Fragestellungen und Hypothesen ab (E1, E3, UF2, UF4).	Im Anschluss an die Betrachtung von Licht- und Schattenblättern (UV III) wird über die Fotosyntheseleistung von Licht- und Schattenpflanzen ein Einstieg in die Thematik „Fotosynthese“ geschaffen. „Aufhänger“ z. B.: Warum brauchen wir Gewächshäuser? Vor der Betrachtung des FS-Prozesses werden die ökologischen Bedingungen für die optimale FS-Leistung im Efeu-Experiment untersucht. [1] • Variablen: CO_2-Gehalt, Lichtstärke, Lichtqualität, Temperatur (enzymatischer Prozess) • Anfertigung von Versuchsprotokollen, Präsentation der Ergebnisse • ENGELMANNSCHER Bakterienversuch und EMERSON-Effekt
Wie wird Lichtenergie in eine für alle Lebewesen nutzbare Form der Energie umgewandelt? • Kompartimentierung • Fotoreaktion (Energieumwandlung) • Protonengradient • Synthesereaktion (wesentliche Schritte des Calvin-zyklus) • Assimilation	erläutern den Zusammenhang zwischen Fotoreaktion und Synthesereaktion und ordnen die Reaktionen den unterschiedlichen Kompartimenten der Chloroplasten zu (UF1, UF3). erläutern mithilfe einfacher Schemata das Grundprinzip der Energieumwandlung in den Fotosystemen und den Mechanismus der ATP-Synthese (K3, UF1).	Fokussierung auf den molekularen Mechanismus: Erarbeitung der Grundlagen von Fotoreaktion und Synthesereaktion [2] Fotoreaktion: • Grundprinzip der Energieumwandlung in den Fotosystemen, • Fotolyse des Wassers, HILL-Reaktion zur Aufklärung der Fotosynthesegleichung, • Protonengradient und die Bedeutung der Kompartimentierung, Erzeugung von ATP (JAGENDORF: Chemiosmose*)* und $NADPH+H^+$ (**Parallelen zur Atmungskette ziehen)** Synthesereaktion: • Tracerexperimente zur Aufklärung des Calvin-Zyklus

ca. 14 UStd.		• Calvinzyklus als Dreiphasenschema (Carboxylierung, Reduktion, Regeneration). • formales Endprodukt Glucose als Edukt für Energiegewinnung und Anabolismus (vernetzendes Lernen). • **CAM und/oder C4- Pflanzen**: Alternative Fotosynthesestrategien als Angepasstheit an Standortbedingungen (Recherche, Präsentation)
Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen: Leistungsbewertung:		

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 17.10.2018

4.3.3 Q1 LK UV 5 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben V **Thema / Kontext:** Trophieebenen – *Was passiert mit der von den Pflanzen umgewandelten Energie?*	
Inhaltsfeld 5: Ökologie	
Inhaltlicher Schwerpunkt: Stoffkreislauf und Energiefluss **Zeitbedarf:** ca. 6 UStd. à 45 Minuten	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können… • **K1** bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden. • **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren.

Sequenzierung: ***Fragestellungen*** **inhaltliche Aspekte**	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** Verbindliche Absprachen im Fettdruck
Was passiert mit der von den Pflanzen umgewandelten Energie? ◊ Nahrungskette, Nahrungsnetz • Trophieebenen • Kohlenstoffkreislauf *Wer reguliert wen?* • Bottom up/Top down-Regulation ca. 6 UStd	stellen energetische und stoffliche Beziehungen verschiedener Organismen unter den Aspekten von Nahrungskette, Nahrungsnetz und Trophieebene formal, sprachlich und fachlich korrekt dar (K1, K3).	Bewusstmachung: Bedeutung der Fotosynthese für das Leben auf der Erde Schematische Darstellung einer Nahrungskette und eines komplexen Nahrungsnetzes Analyse von Schemata (Zahlen-, Biomasse-, Energiepyramiden), Einbahnstraße Energiefluss SuS differenzieren zwischen Kurz- und Langzeitkreislauf des Kohlenstoffs.

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 17.10.2018

4.3.4 Q1 LK UV 6 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben VI **Thema / Kontext:** Populationsdynamik – *Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?*	
Inhaltsfeld 5: Ökologie	
Inhaltlicher Schwerpunkt: Dynamik von Populationen **Zeitbedarf**: ca. 12 UStd. à 45 Minuten	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können… • **UF2** zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden. • **UF3** biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen. • **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern. • **E6** Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder voraussagen. • **E7** naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.

	• **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren

Sequenzierung: ***Fragestellungen*** **inhaltliche Aspekte**	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** Verbindliche Absprachen im Fettdruck
Welche Bedingungen beeinflussen die unterschiedlichen Wachstumsraten von Populationen? • dichteabhängige/dichteunabhängige Faktoren • Populationsdichte • Lebenszyklusstrategie (K- und r-Strategie) ca.4 UStd.	beschreiben die Dynamik von Populationen in Abhängigkeit von dichteabhängigen und dichteunabhängigen Faktoren (UF1) leiten aus Daten zu abiotischen und biotischen Faktoren Zusammenhänge im Hinblick auf zyklische und sukzessive Veränderungen (Abundanz und Dispersion von Arten) sowie K- und r-Lebensstrategien ab (E5, UF1, UF2, UF3, UF4)	Analyse des Wachstums von z. B. Rentierpopulationen SuS benennen dichteunabhängige Faktoren (=abiotische Faktoren aus Unterrichtsvorhaben III) sowie dichteabhängige Faktoren anhand des Beispiels **Modellrechnungen** zum Wachstum von z. B. Kaninchenpopulationen und menschlicher Population SuS erklären den Unterschied zwischen exponentiellem und logistischem Populationswachstum. **Vergleichende Tabelle** zu K- und r-Strategien (Mensch/ Fuchs/Kaninchen) unter Berücksichtigung verschiedener Kriterien wie Lebensdauer, Populationsgröße, Nähe zur Kapazitätsgrenze, Brutpflege, Fortpflanzungshäufigkeit, Anzahl der Nachkommen, Größe der Nachkommenschaft
Welchen Einfluss haben andere Arten auf die Entwicklung einer Population? • Konkurrenz, Konkurrenzausschlussprinzip, Konkurrenzvermeidung	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).	Auswertung von Daten zur Populationsentwicklung z. B. von *Paramecium* im Laborversuch von GAUSE [1], alternativ: Kieselalgenversuch von TILMAN [2] a) bei Einzelkultur b) in gemeinsamer Kultur Die SuS leiten daraus selbständig eine Definition zur Konkurrenzvermeidung und zum Konkurrenzausschlussprinzip ab.

• Koexistenz durch Einnischung	erklären mit Hilfe des Modells der ökologischen Nische die Koexistenz von Arten (E6, UF1, UF2, K4).	Begriffsklärung ökologische Nische, ökologische und physiologische Potenz am Beispiel von Mischkulturen im Freiland (z. B. Versuche von BAZZAZ, AUSTIN mit verschiedenen Grasarten [3] bzw. Hohenheimer Grundwasserversuch von ELLERSBERGER [4])
• Räuber-Beute-Beziehungen	untersuchen die Veränderungen von Populationen mit Hilfe von Simulationen auf der Grundlage des Lotka-Volterra-Modells (E6). erläutern die Aussagekraft von biologischen Regeln (u.a. tiergeographische Regeln) und grenzen diese von naturwissenschaftlichen m Gesetzen ab (E7, K4) vergleichen das Lotka-Volterra-Modell mit veröffentlichten Daten aus Freilandmessungen und diskutieren die Grenzen des Modells (E6)	**Analyse von Daten zur Populationsentwicklung** z. B. von Schneeschuhhase/Kanadaluchs und räuberische Milben /Pflanzenmilbe, 1. und 2. Lotka-Volterra Regel Analyse von Daten zu Freilandexperimenten, z. B. Fütterungsversuche von Schneeschuhhase mit und ohne Entfernung des Luchses
• Parasitismus und Symbiose ca. 8 UStd.	leiten aus Untersuchungsdaten zu intra- und interspezifischen Beziehungen (Parasitismus, Symbiose, Konkurrenz) mögliche Folgen für die jeweiligen Arten ab und präsentieren diese unter Verwendung angemessener Medien (E5, K3, UF1).	Partnerarbeit: Analyse von Untersuchungsdaten zur Unterscheidung von Parasitismus und Symbiose an je einem Beispiel [5] Differenzierte Betrachtung und Vertiefung anhand von weiteren Beispielen, z. B. als Gruppenpuzzle mit Internetrecherche

Diagnose von Schülerkompetenzen:

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

Leistungsbewertung:

- ggf. Klausur
- Bewertung von Schülervorträgen und Präsentationen nach vorgegebenen Kriterien, mögliche Checkliste zur Beurteilung: https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5003&marker=Referate

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	http://www.science-live-lemgo.de/paramecium.pdf	Arbeitsblatt mit Arbeitsaufträgen, die Homepage selbst bietet zahlreiche weitere Materialien zu verschiedenen Themen, u.a. Gruppenpuzzle und Mystery-Rätsel
2	http://www.online-library.wiley.com/doi/10.4319/lo.1981.26.6.1020/pdf	Im Originalpaper finden sich auf S. 1025 links sowie auf S. 1027 oben die entsprechenden Wachstumskurven der Kieselalgen.
3	http://www.u-helmich.de/bio/oek/oek03/31-Konkurrenz/in-dexOek31.html	Enthält die Experimente von GAUSE und BAZZAZ.
4	http://www.mallig.eduvinet.de/bio/oekologi/ufaktor1.htm	Selbstlernprogramm zur Ökologie, enthält den Hohenheimer Ver-such
5	Zentralabituraufgaben 2008 Bio-LK HT 3 und Bio-LK HAT 3 2013 NRW	Dort finden sich Untersuchungsdaten zu Symbiose und Parasitis-mus.

Letzter Zugriff auf die URL: 17.10.2018

4.3.5 Q1 LK UV 7 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben VII **Thema / Kontext:** Veränderungen von Ökosystemen – *Welchen Einfluss haben anthropogene Faktoren auf ausgewählte Ökosysteme?*	
Inhaltsfeld 5: Ökologie	
Inhaltliche Schwerpunkte: • Mensch und Ökosysteme • Stoffkreislauf und Energiefluss **Zeitbedarf**: ca. 14 UStd. à 45 Minuten (Leistungskurs + Exkursion)	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können… • **UF4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen. • **K2** zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen. • **B1** fachliche, wirtschaftlich-politische und moralische Kriterien bei Bewertungen von biologischen und biotechnischen Sachverhalten unterscheiden und angeben • **B2** Auseinandersetzungen und Kontroversen zu biologischen und biotechnischen Problemen und Entwicklungen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Entscheidungen auf der Basis von Sachargumenten vertreten. • **B4** begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten. • **E4** Experimente und Untersuchungen zielgerichtet nach dem Prinzip der Variablenkontrolle unter Beachtung der Sicherheits-vorschriften planen und durchführen und dabei mögliche Fehler-quellen reflektieren.

Sequenzierung: ***Fragestellungen*** **inhaltliche Aspekte**	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** Verbindliche Absprachen im Fettdruck
Wie verändert das absichtliche oder unbeabsichtigte Einbringen von Neobiota ein bestehendes Ökosystem? • Neobiota • Schädlingsbekämpfung ca. 6 UStd. + ggf. Exkursionstag	recherchieren Beispiele für die biologische Invasion von Arten und leiten Folgen für das Ökosystem ab (K2, K4) untersuchen das Vorkommen, die Abundanz und die Dispersion von Lebewesen eines Ökosystems im Freiland (E1, E2, E4). untersuchen die Veränderungen von Populationen mit Hilfe von Simulationen auf der Grundlage des Lotka-Volterra-Modells (E6)	Recherche und Präsentationen zu ausgewählten Neobiota und ihrem Einfluss auf die Entwicklung von Ökosystemen, z. B.: Aga-Kröte im Victoria River, Forelle in Neuseeland, Zebramuscheln im Hudson River, Mungo auf Jamaika, Grauhörnchen in England / Italien, Buchsbaumzünsler, Riesenbärenklau, Goldrute z.B. Lumbricus, Rolfscher Hof oder andere Freilandexkursion [1] Bewertung der Vor- und Nachteile verschiedener Schädlingsbekämpfungsmethoden, mögliche Beispiele: Aga-Kröte im Victoria River, Mungo auf Jamaika evtl. Diskussion über den Einsatz von Glyphosat im Zusammenhang mit chemischer Schädlingsbekämpfung: Lotka-Volterra-Regel 3 Bei Schädlingsbekämpfungsmethoden: mögliche Vertiefung oder Wiederholung aus der Genetik zu transgenen Pflanzen
Wie lassen sich wirtschaftliche Interessen und Naturschutz in Einklang bringen? • Aspekte der Nutzung von Waldflächen • Holz als Rohstoff und Energiequelle	präsentieren und erklären auf der Grundlage von Untersuchungsdaten die Wirkung von anthropogenen Faktoren auf ausgewählte globale Stoffkreisläufe (K1, K3, UF1) Die SuS präsentieren und erklären auf der Grundlage von Untersuchungsdaten die Wirkung	Problemaufriss: Daten zum Anstieg der CO_2-Konzentration in der Atmosphäre in den letzten 100 Jahren [2] □ Grund: u. a. Nutzung von Holz und fossilen Brennstoffen als Energiequelle, CO_2-Emissionen [3]

ca. 4 UStd.	von anthropogenen Faktoren auf einen globalen Stoffkreislauf (K1, K3, UF1). Die SuS diskutieren Konflikte zwischen der Nutzung natürlicher Ressourcen und dem Naturschutz (B2, B3) Die SuS entwickeln Handlungsoptionen für das eigene Konsumverhalten und schätzen diese unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit ein (B2, B3)	Erläuterung und Bewertung menschlicher Eingriffe in den natürlichen Kohlenstoffkreislauf und deren Folgen, z. B. Abholzung von Regenwäldern, Versauerung der Meere, Treibhauseffekt, Klimawandel Reflexion des Konsumverhaltens (z. B. Fleischkonsum, Energieverbrauch) bezüglich seiner globalen Auswirkungen Kriteriengeleitete Bewertung von Handlungsoptionen (persönlich und politisch) im Sinne der Nachhaltigkeit [4-7]
Welche Auswirkungen haben Eingriffe des Menschen in Ökosysteme auf deren natürliche Sukzession? • Sukzessionsstadien • Pioniergesellschaft • Folgegesellschaften • Klimaxgesellschaft ca. 4 UStd.	entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1, E5) leiten aus Daten zu abiotischen und biotischen Faktoren Zusammenhänge im Hinblick auf zyklische und sukzessive Veränderungen (Abundanz und Dispersion von Arten) sowie K- und r-Lebensstrategien ab (E5, UF1, UF2, UF3, UF4)	Sukzessionsstadien eines ausgewählten Ökosystems, z. B. • Folgen von (natürlicher oder menschlich bedingter) Entwaldung: Sukzessionsstadien eines mitteleuropäischen Waldes/Mosaikzyklen Hier evtl. Nutzung historischer Karten zur Besprechung der Entwicklung des Waldes in Mitteleuropa • Folgen der Rodung des Regenwaldes für die Palmölgewinnung [8, 9] • Folgen von menschlich bedingten Umweltkatastrophen, z. B. Brennende Regenwälder [10] Evtl. Rückbezug auf den Flaschengarten, der als Einstieg in die Ökologie genutzt wurde.

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

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

Leistungsbewertung:
ggf. Klausur

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	http://li.hamburg.de/content-blob/8718964/e99c3924c7aca7074a05aaf67c94c8e1/data/download-pdf-neophyten-infos-und-materialien.pdf	Informationen und Materialien rund um das Thema Neophyten
2	http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Kohlendioxid-Konzentration	Die Website gibt Informationen zur aktuellen Entwicklung des Kohlendioxid-Gehalts der Atmosphäre sowie zum Kohlendioxidgehalt in der frühen Atmosphäre. Sie enthält einige Grafiken zur Veranschaulichung, u.a. Daten der Messstation Mauna Loa, Hawaii, seit 1959.
3	https://www.pik-potsdam.de/forschung/klimawirkung-vulnerabilitat/projekte/projektseiten/pikee/links-1/Zusammenfassung%20aller%20Arbeitsblaetter.pdf	Sammlung von Arbeitsblättern zu Auswirkungen des Klimawandels auf Deutschland., S.213: Entwicklung der CO_2-Emissionen der vier globalen Hauptemittenten (1990–2013) in den Partnerstädten Bonn (Deutschland) und Chengdu (China)
4	http://www.globales-lernen-schule-nrw.de/fileadmin/user_upload/klp/Gesamtliste/Gesamtliste-Unterrichtsmodule-2017.pdf	Gesamtliste von Unterrichtsmaterialien für verschiedene Schulformen und Jahrgangsstufen, die sich mit dem Themengebiet „Nachhaltigkeit und Gerechtigkeit in einer globalen Welt“ auseinandersetzen. Hier findet man für das aktuelle Unterrichtsvorhaben u.a. Materialien zur Welternährung.

5	http://li.hamburg.de/publikationen/2817780/globales-lernen-hunger/	Das 52-seitige Heft aus der Reihe „Globales Lernen - Hamburger Unterrichtsmodelle zum KMK-Orientierungsrahmen Globale Entwicklung" beschäftigt sich mit den Folgen von Biosprit, Fleischkonsum und Klimawandel für die Welternährung. Es bietet neben Hintergrundinformationen viele praktische Arbeitshilfen: u.a. Lehrerbegleitmaterial, Planungsskizzen, Bewertungsbögen (auch zur Selbsteinschätzung) und Arbeitsblätter. Ergänzt wird das Heft durch eine DVD mit Materialien und Filmen. Bestellung oder kostenloser Download sind möglich.
6	https://www.fussabdruck.de/	Internetseite zur Berechnung des eigenen ökologischen Fußabdrucks mit individuellen Tipps zu nachhaltigerem Konsumverhalten
7	http://www.planet-schule.de/sf/multimedia-simulationen-detail.php?projekt=klima	Klimasimulation anhand von drei verschiedenen Gewichtungen von fossiler und erneuerbarer Energie beim zukünftigen Gesamtenergieverbrauch. Es lassen sich verschiedene Zeiträume von 1900 bis 2200 einstellen. Die Ergebnisse der Simulation werden anhand von drei Skalen visualisiert: Kohlendioxid-Konzentration, durchschnittliche Jahrestemperatur und Anstieg des Meeresspiegels. Die Ergebnisse lassen sich als Liniendiagramme aufrufen und ausdrucken.
8	https://utopia.de/ratgeber/bio-palmoel/	Diskussion: Bio-Palmöl als zertifizierte Zerstörung des Regenwaldes oder als echte Alternative? Informationen zu der Vielfalt an Produkten, die Palmöl enthalten
9	http://www.faz.net/aktuell/wissen/palmoel-der-regenwald-aufs-brot-geschmiert-13825085.html?printPagedArticle=true#pageIndex_0	Problematik der Zertifizierung vermeintlich nachhaltigen Anbaus von Palmöl, Problematik von nachhaltigen Alternativen
10	http://flussgebiete.hessen.de/fileadmin/dokumente/4_oeffentlichkeitsbeteiligung/111123reinhard.pdf	Präsentation über Ablauf und Folgen der Sandoz-Katastrophe 1986, mit Bildern (z. B. Unterwasseraufnahmen des Rheins vor und nach der Katastrophe), Gewässerschutzmaßnahmen als Konsequenz aus der Katastrophe

Letzter Zugriff auf die URL: 17.10.2018

5. Qualifikationsphase 1 Leistungskurs

5.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase 1 - LK

5.2 Qualifikationsphase 2 – Leistungskurs – Mögliche konkretisierte Unterrichtsvorhaben für das 1. Halbjahr

Inhaltsfeld: IF 6 (Evolution)

•**Unterrichtsvorhaben I**: Evolution in Aktion – *Welche Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel?*
•**Unterrichtsvorhaben II:** Evolution von Sozialstrukturen – *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:

•Entwicklung der Evolutionstheorie
•Grundlagen evolutiver Veränderung
•Art und Artbildung
•Evolution und Verhalten
•Evolution des Menschen
•Stammbäume

Basiskonzepte:

System
Art**,** Population, Paarungssystem, Genpool, Gen, Allel, ncDNA, mtDNA, Biodiversität

Struktur und Funktion
Mutation, Rekombination, Selektion, Gendrift, Isolation, Investment, Homologie

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

Zeitbedarf: ca. 50 Std. à 45 Minuten

2.1.2 Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung

5.2.1 Q2 LK UV 1 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben I: Thema/ Kontext: Evolution in Aktion -*Welche Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel?*			
Inhaltsfeld: Evolution			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Grundlagen evolutiver Veränderung • Art und Artbildung • Entwicklung der Evolutionstheorie **Zeitaufwand:** 16 Std. à 45 Minuten.		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **UF1** biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern. • **UF3** biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen. • **E7** naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen. • **K4** sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.	
Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbind-lichen Absprachen der Fach-konferenz**
Wie entwickelte sich die Synthetische Evolutionstheorie ? • Phänomen der Artendiversität	beschreiben Biodiversität auf verschiedenen Systemebenen (genetische Variabilität, Arten-vielfalt, Vielfalt der Ökosyste-me) (UF4, UF1, UF2, UF3).	z. B. Fotos zu Marienkäferarten	Kritische Analyse der Texte.

• Vorstellungen zur Evolution (Antike, Lamarck, Darwin)	stellen Erklärungsmodelle für die Evolution in ihrer historischen Entwicklung und die damit verbundenen Veränderungen des Weltbilds dar (E7).	**Texte (wissenschaftliche Quelle**)	
Welche genetischen Grundlagen beeinflussen den evolutiven Wandel? • Genetische Grundlagen des evolutiven Wandels • Grundlagen biologischer Angepasstheit • Populationen und ihre genetische Struktur	erläutern den Einfluss der Evolutionsfaktoren (Mutation, Rekombination, Selektion, Gen-drift, Migration) auf den Genpool einer Population (UF4, UF1). bestimmen und modellieren mithilfe des Hardy-Weinberg-Gesetzes die Allelfrequenzen in Populationen und geben Bedingungen für die Gültigkeit des Gesetzes an (E6). erläutern das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen (UF1, UF4). belegen an Beispielen den aktuellen evolutionären Wan-del von Organismen (u.a. mithilfe von Daten aus Gen- datenbanken) (E2, E5).	**Materialien** zur genetischen Variabilität und ihren Ursachen (mögl. Beispiele: Hainschnirkel-schnecke, Zahnkärpfling) z.B. concept map Lerntempoduett zu abiotischen und biotischen Selektionsfaktoren (mögl. Beispiel: Birkenspanner, Kerguelen-Fliege) Gruppengleiches Spiel zur Selektion **kriteriengeleiteter Fragebogen** **Computerprogramm** zur Simulation des Hardy-Weinberg-Gesetzes	Arbeitsteilige Arbeit an vorgegebenen Materialien. Ein Expertengespräch wird entwickelt. Das Hardy-Weinberg-Gesetz und seine Gültigkeit werden erarbeitet.

Wie kann es zur Entstehung neuer Arten kommen? • Artdefinitionen • Selektionstypen • Artbildung • Isolationsmechanismen	erklären Modellvorstellungen zu Artbildungsprozessen (allo-patrische und sympatrische Artbildung) an Beispielen (E6, UF1).	**Karten** mit Fachbegriffen Informationen zu Modellen und zur Modellentwicklung Kurze **Informationstexte** zu Isolationsmechanismen **Messdaten** (DNA-Sequenzen, Verhaltensbeobachtungen, etc.) und **Simulationsexperimente** zu Hybridzonen bei Hausmäusen oder Rheinfischen	Modellentwicklung zur allopatrischen und sympatrischen Artbildung: Die Unterschiede werden erarbeitet. Zoologische und botanische Beispiele für die Isolationsmechanismen.
Welche Ursachen führen zur großen Artenvielfalt? • Adaptive Radiation	stellen den Vorgang der adaptiven Radiation unter dem Aspekt der Angepasstheit dar (UF2, UF4).	**Bilder und Texte** zum Thema „Adaptive Radiation der Galapagosfinken“ Erstellung eines **Fachposters** **Evaluation:** Fragenkatalog zur Selbst- und Fremdkontrolle	Ein Konzept zur adaptiven Radiation wird entwickelt.

Welche Ursachen führen zur Coevolution und welche Vorteile ergeben sich? • Coevolution	wählen angemessene Medien zur Darstellung von Beispielen zur Coevolution aus und präsentieren die Beispiele (K3, UF2).	**mediengestützte Präsen-tationen** **Kriterienkatalog** zur Beurteilung von Präsentationen	Eine Kosten-Nutzen-Analyse wird erstellt. Verschiedene Beispiele der Coevo-lution werden anhand einer selbst gewählten medialen Darstellung präsentiert. Mittels eines inhalts- und darstellungs- bezogenen Kriterienkatalogs wird die Präsentation beurteilt.
Welchen Vorteil haben Lebewesen, wenn ihr Aussehen dem anderer Arten gleicht? • Selektion (Selektionstypen) • Anpassung	belegen an Beispielen den evolutionären Wandel von Organismen [(u.a mithilfe von Daten aus Gendatenbanken)] (E2, E5).	**Lerntheke** zum Thema „Schutz vor Beutegreifern“ **Film:** Dokumentation über Angepasstheiten im Tierreich	Anhand unterschiedlicher Beispiele wird der Schutz vor Beutegreifern (Mimikry, Mimese, etc.) unter dem Aspekt des evolutionären Wandels von Organismen erarbeitet. Erlernte Begriffe werden den im Film aufgeführten Beispielen zugeordnet.
Wie entwickelte sich die Synthetische Evolutionstheorie? • Synthetische Evolutionstheorie	stellen die Synthetische Evolutionstheorie zusammenfassend dar (UF3, UF4).	**Strukturlegetechnik** zur Synthetischen Evolutionstheorie	Eine Definition der Synthetischen Evolutionstheorie wird entwickelt.

	grenzen die Synthetische Theorie der Evolution gegenüber nicht naturwissenschaftlichen Positionen zur Ent-stehung von Artenvielfalt ab und nehmen zu diesen begründet Stellung (B2, K4).	**Materialien** zu neuesten Forschungsergebnissen der Epigene-tik (MAXs – Materialien) **Kriterienkatalog** zur Durchführung einer Podiumsdiskussion	Diskussion über das Thema: Ist die Synthetische Evolutionstheorie gemäß neuester Erkenntnisse der epigene-tischen Forschung noch haltbar? Analyse der Diskussion.
Diagnose von Schülerkompetenzen: • **KLP-Überprüfungsform: „Darstellungsaufgabe“**, selbstständiges Erstellen eines Evaluationsbogens • **KLP-Überprüfungsform: „Beobachtungssaufgabe“**(Podiumsdiskussion) Leistungsbewertung: • **KLP-Überprüfungsform: „Beurteilungsaufgabe“** • Ggf.Klausur			

5.2.2 Q2 LK UV 2 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben II: Thema/ Kontext: Evolution von Sozialstrukturen - *Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?*	
Inhaltsfeld: Evolution	
Inhaltliche Schwerpunkte: • Evolution und Verhalten **Zeitaufwand:** ca. 14 Std. à 45 Minuten	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **UF2** zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden. • **E7** naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen. • **K4** sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.

Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenz-erwartungen des Kernlehr-plans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Warum setzte sich das Leben in Gruppen trotz intraspezifischer Konkurrenz bei manchen Arten durch? • Leben in Gruppen • Kooperation	erläutern das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen (UF1, UF4). analysieren anhand von Daten die evolutionäre Entwicklung von Sozialstrukturen [(Paarungs-systeme, Habitatwahl)] unter dem Aspekt der Fitnessmaxi-mierung (E5, UF2, UF4, K4).	**Stationenlernen** zum Thema „Kooperation“ **Ampelabfrage**	Analyse verschiedener Kooperationsformen. .
Welche Vorteile haben die kooperativen Sozialstrukturen für den Einzelnen? • Evolution der Sexualität • Sexuelle Selektion • Paarungssysteme • Brutpflegeverhalten • Altruismus	analysieren anhand von Daten die evolutionäre Entwicklung von Sozialstrukturen (Paarungs-systeme, Habitatwahl) unter dem Aspekt der Fitnessmaxi-mierung (E5, UF2, UF4, K4).	**Präsentationen**	Graphiken / Soziogramme werden aus den gewonnenen Daten und mit Hilfe der Fachliteratur erstellt. Die Ergebnisse und Beurteilungen werden vorgestellt.
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen</u>: •Evaluationsbogen, Erstellen eines Fragenkatalogs zur Fremd- und Selbstkontrolle, Ampelabfrage <u>Leistungsbewertung:</u> **KLP-Überprüfungsform: „Präsentationsaufgabe“**, schriftliche Überprüfung (mit Überprüfung durch Mitschülerinnen und Mitschüler)			

5.2.3 Q2 LK UV 3 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben III: Thema/ Kontext: Spuren der Evolution – *Wie kann man Evolution sichtbar machen?*			
Inhaltsfeld: Evolution			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Evolutionsbelege **Zeitaufwand:** 6 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **E2** Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern. • **E3** mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten.	
Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Wie lassen sich Rückschlüsse auf Verwandtschaft ziehen? • Divergente und konvergente Entwicklung • Stellenäquivalenz • Molekularbiologische Evolutionsmechanismen • Epigenetik	deuten Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Merkmalen von Organismen zum Beleg konvergenter und divergenter Entwicklungen (E5). stellen Belege für die Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie (u.a. Molekularbiologie) adres-satengerecht dar (K1, K3).	**Zeichnungen**und **Bilder** zur konvergenten und divergenten Entwicklung (z.B. Strauß/Nandu, Stachelschwein/ Greifstachler, südamerikanischer /afrikanischer Lungenfisch) **Materialien** zu Atavismen, Rudimenten und zur biogenetischen Grundregel (u.a. auch Homöobox-Gene) **molekulargenetische Untersuchungsergebnisse (**z.B. Hypophysenhinterlappenhormone)	Die Homologiekriterien werden anhand ausgewählter Beispiele erarbeitet (incl. Progressions- und Regressionsreihen). Unterscheidung Homologie und Analogie, konvergente und divergente Entwicklung. Unterschiedliche molekulargenetische Methoden werden erarbeitet.

	beschreiben und erläutern molekulare Verfahren zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen (UF1, UF2). analysieren molekulargenetische Daten und deuten sie mit Daten aus klassischen Datierungsmethoden im Hinblick auf Verbreitung von Allelen und Verwandtschaftsbeziehungen von Lebewesen (E5, E6). belegen an Beispielen den aktuellen evolutionären Wandel von Organismen (u.a. mithilfe von Daten aus Gendatenbanken) (E2, E5). erklären mithilfe molekulargenetischer Modellvorstellungen zur Evolution der Genome die genetische Vielfalt der Lebewesen. (K4, E6).	**Lerntempoterzett:** Texte, Tabellen und Diagramme **Strukturierte Kontroverse** (WELL)	Vgl. von Stammbäumen auf klassischer bzw. molekular-genetischer Basis. Neue Möglichkeiten der Evolutionsforschung werden beurteilt: Sammeln von Pro- und Contra-Argumenten.
Wie lässt sich die Abstammung von Lebewesen systematisch darstellen? • Grundlagen der Systematik • Verwandtschaftsbeziehungen	beschreiben die Einordnung von Lebewesen mithilfe der Systematik und der binären Nomenklatur (UF1, UF4).	**Informationstexte und Abbildungen**	Die Klassifikation von Lebewesen wird eingeführt.

	erstellen und analysieren Stammbäume anhand von Daten zur Ermittlung der Verwandtschaftsbeziehungen von Arten (E3, E5). entwickeln und erläutern Hypothesen zu phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Daten zu anatomisch-morphologi-schen und molekularen Homologien (E3, E5, K1, K4).	**Materialien** zu Wirbeltierstammbäumen	Verschiedene Stammbaum-analysemethoden werden verglichen.
Diagnose von Schülerkompetenzen: Selbstevaluation mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe, **KLP-Überprüfungsform: „Beobachtungssaufgabe“**(„Strukturierte Kontroverse“ Leistungsbewertung: Klausur, **KLP-Überprüfungsform: „Optimierungsaufgabe“**			

5.2.4 Q2 LK UV 4 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben IV: Thema/ Kontext: Humanevolution – *Wie entstand der heutige Mensch?*			
Inhaltsfeld: Evolution			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Evolution des Menschen **Zeitaufwand:**14 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **UF3** biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen. • **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern. • **K4** sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.	
Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfeh-lungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Mensch und Affe – wie nahe verwandt sind sie? • Primatenevolution	ordnen den modernen Menschen kriteriengeleitet Primaten zu (UF3).	**Quellen aus Fachzeitschriften** ***z.B. „Hot Potatoes“*-Quiz** **Kriterienkatalog** zur Bewertung von wissenschaftlichen Quellen/Unter-suchungen	Vorträge werden entwickelt und vor der Lerngruppe gehalten.

Wie erfolgte die Evolution des Menschen? • Hominidenevolution • Aufrechter Gang • Gehirnvolumenzunahme • Homo heidelbergensis • Homo neanderthalensis	diskutieren wissenschaftliche Befunde (u.a. Schlüsselmerk-male) und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch-konstruktiv (K4, E7).	**Moderiertes Netzwerk** bzgl. biologischer und kultureller Evolution (Bilder, Graphiken, Texte über unterschiedliche Hominiden) **Materialien** zu molekularen Untersuchungsergebnissen (Neandertaler, Jetztmensch)	Unterschiede und Gemein-samkeiten früherer Hominiden und Spezialfälle (Flores, Dmanisi) werden erarbeitet. Die Hominidenevolution wird auch anhand von Weltkarten und Stammbäumen zusam-mengefasst. Exkursion ins Paläon. Bedeutung des Homo heidel-bergensis. Wissenschaftliche Untersuchungen werden kritisch analysiert.
Wie lässt sich Rassismus biologisch widerlegen? • Menschliche Rassen gestern und heute	bewerten die Problematik des Rasse-Begriffs beim Menschen aus historischer und gesell-schaftlicher Sicht und nehmen zum Missbrauch dieses Begriffs aus fachlicher Perspektive Stellung (B1, B3, K4).	**Podiumsdiskussion** **Kriterienkatalog** zur Auswertung von Podiumsdiskussionen	Argumente werden mittels Belegen aus der Literatur erarbeitet und diskutiert. Die Podiumsdiskussion wird anhand des Kriterienkatalogs reflektiert.

Diagnose von Schülerkompetenzen:
- **KLP-Überprüfungsform: „Präsentationsaufgabe“ (**Podiumsdiskussion)

Leistungsbewertung:
- **KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“** (angekündigte schriftliche Überprüfung)

5.3 Qualifikationsphase 2 – Leistungskurs – Mögliche konkretisierte Unterrichtsvorhaben für das 2. Halbjahr

Inhaltsfeld 4: Neurobiologie

- **Unterrichtsvorhaben V**: Molekulare und zellbiologische Grundlagen der neuronalen Informationsverarbeitung – *Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie funktioniert es?*

- **Unterrichtsvorhaben VI:** Fototransduktion – *Wie entsteht aus der Erregung durch einfallende Lichtreize ein Sinneseindruck im Gehirn?*

- **Unterrichtsvorhaben VII:** Aspekte der Hirnforschung – *Welche Faktoren beeinflussen das Gehirn?*

Inhaltliche Schwerpunkte:

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

Basiskonzepte:

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

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

Entwicklung
Neuronale Plastizität

Zeitbedarf: ca. 75 Std. à 45 Minuten

5.3.1 Q2 LK UV 5 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben V **Thema/Kontext:** Molekulare und zellbiologische Grundlagen der neuronalen Informationsverarbeitung – *Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie funktioniert es?*	
Inhaltsfeld 4: Neurobiologie	
Inhaltliche Schwerpunkte: • Aufbau und Funktion von Neuronen • Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung (Teil 1) • Methoden der Neurobiologie (Teil 1) **Zeitbedarf**: ca. 35 Std. à 45 Minuten	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können… • **UF1** biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern. • **UF2** zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden. • **UF3** biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen. • **E2** Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern. • **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern. • **E6** Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen.

Mögliche *didaktische Leitfragen/* Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Neuronale Regulation - *Wie reagiert der Körper auf verschiedene Reize?* • zentrales Nervensystem, peripheres Nervensystem (vegetatives NS und somatisches NS) • vegetatives NS – Sympathikus und Parasympathikus • Reflexe – Eigen- und Fremdreflexe • Willkürliche und unwillkürliche Bewegungen	erklären die Rolle von Sympathikus und Parasympathikus bei der neuronalen und hormonellen Regelung von physiologischen Funktionen an Beispielen (UF4, E6, UF2, UF1).	**Experiment**: z.B. Simulation zur antagonistischen Arbeitsweise von Sympathikus und Parasympathikus: Kaltwasser-Stresstest (Ermittlung des Blutdrucks und Pulsschlags in Abhängigkeit von der Zeit) **Informationsblatt** zum Sympathikus und Parasympathikus evtl. **Versuch** in Gruppenarbeit: Messung der Leitungsgeschwindigkeit der Erregung beim Patella-Reflex (Muskeldehnungsreflex) in: **Unterricht Biologie 228 (1997)** oder qualitative Untersuchung: http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialeintrag.php?matId=5375&marker=quadrizeps **Vergleichsdaten** zum Quadrizepsdehnungsreflex: Universität Tübingen, tierphysiologischer Kurs SS05 – Versuch D –	Hinweis: Eine vertiefende Betrachtung der physiologischen und hormonellen Auswirkungen im Zusammenhang mit Stress erfolgt in Unterrichtsvorhaben VII. Die SuS führen wissenschaftliche Arbeitsweisen der Neurobiologie durch und erstellen ggf. ein sinnvolles Diagramm.

• Reiz-Reaktionsschema		Psychophysik, Reflexe und Sensomotorik, S. 9: http://www.thomas-holder.de/studium/tierphys/psycho.pdf (letzter Zugriff: 12.05.2016) **Linealexperiment** in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern **Legekarten** zur Erstellung eines Reiz-Reaktions-Schemas: http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialeintrag.php?matId=5365&marker=Reiz	SuS lernen den Unterschied zwischen Reflex- und willentlichen Bewegungszeiten kennen und können diese mit Daten von Studierenden vergleichen (z. B. Universität Tübingen). SuS ermitteln den funktionellen Zusammenhang zwischen Afferenz und Efferenz. Anknüpfung an Sekundarstufe I-Kenntnisse
Das Neuron - *Wie wird ein Reiz im Neuron verarbeitet?* • Aufbau und Funktion eines Neurons • Bioelektrizität	beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1).	**Arbeitsmaterial** zum Bau eines Wirbeltierneurons: http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialeintrag.php?matId=5371&marker=neuron **Schaumodell und Legekarten** zur Simulation des elektrischen und chemischen Potentials zur Einführung des Ruhepotentials	SuS knüpfen an Vorwissen aus der Sekundarstufe I an und erweitern und vertiefen ihre Kenntnisse zum Aufbau und der Funktion eines Neurons. SuS lernen durch den Einsatz eines beweglichen Modells die Grundlagen der Bioelektrizität in Abhängigkeit von der Ionenbeweglichkeit

• Ruhepotential • Aktionspotential • Patch Clamp-Technik • Leitungsgeschwindigkeiten • Saltatorische und kontinuierliche Erregungsleitung	leiten aus Messdaten der Patch-Clamp-Technik Veränderungen von Ionenströmen durch Ionenkanäle ab und entwickeln dazu Modellvorstellungen (E5, E6, K4). vergleichen die Weiterleitung des Aktionspotentials an myelinisierten und nicht myelinisierten Axonen miteinander und stellen diese unter dem Aspekt der Leitungsgeschwindigkeit in einen funktionellen Zusammenhang (UF2, UF3, UF4).	**Arbeitsblatt** zu den Vorgängen am Axon während eines Aktionspotentials **Informationstext** zu den Einzelkanalexperimenten (Gigaseal) von NEHER und SAKMAN **Arbeitsblätter** zum Experiment von VON HELMHOLTZ zur Bestimmung der Leitungsgeschwindigkeit im Axon **Arbeitsblätter** zu elektrophysiologischen Untersuchungen von HODGKIN und HUXLEY an Riesen-axonen des *Loligo* **Modelldarstellung** zur salta-torischen Erregungsleitung nach Prof. Frings: http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/list.php?suche=bioelektrizit%E4t **Selbstlernplattform** von Mallig : http://www.mallig.eduvi-net.de/bio/neuron/neuro40.htm (letzter Zugriff: 19.05.2016)	und dem Konzentrationsgradienten kennen. SuS lernen die Abhängigkeit der Leitungsgeschwindigkeit vom Durchmesser der Neuronen kennen und unterscheiden die kontinuierliche von der saltatorischen Erregungsleitung. Das Material von Prof. Frings ist hervorragend zur Simulation der Erregungsleitung geeignet und bietet die Möglichkeit zur Modellkritik in Bezug auf die Lokalisation des Aktionspotentials.

Die Synapse – *Wie wird das Signal von Neuron zu Neuron und vom Neuron auf den Muskel übertragen?* • Aufbau und Funktion einer chemischen Synapse • Verschaltung von Neuronen • erregende und hemmende Synapsen • Frequenz- und Amplitudenmodulation • Verrechnung von Potentialen (EPSP und IPSP) • endo- und exogene Stoffe	erläutern die Verschaltung von Neuronen bei der Erregungsweiterleitung und der Verrechnung von Potentialen mit der Funktion der Synapsen auf molekularer Ebene (UF1, UF3). 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). 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).	Einsatz von selbst erstellten, großen **Schaubildern mit beweglichen Einzelteilen** zum Aufbau des Wirbeltierneurons und der Synapse **Informationstexte** zur neuronalen Verrechnung, **Partnerpuzzle** zur zeitlichen und räumlichen Summation. **Arbeitsblatt** zu den verschiedenen Potentialarten: http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialeintrag.php?matId=5372&marker=Potentialarten **Arbeitsblatt** mit Übungsaufgaben zur neuronalen Verrechnung unter Berücksichtigung von EPSP und IPSP **Informationstexte** und **Messdaten** zu erregenden und hemmenden Neurotransmittern und zu Eigenschaften von Neurotrans-mittern	SuS gewinnen einen ersten Eindruck von der Verschaltung von Neuronen und von der strukturellen und funktionalen Plastizität neuronaler Strukturen. SuS lernen die Unterschiede zwischen zeitlicher und räumlicher Summation kennen. SuS differenzieren zwischen Aktionspotential, erregendem postsynaptischen Potential und End-plattenpotential. SuS ordnen Ableitungen zu den verschiedenen Stellen im Perikaryon und Axon zu und bilden Hypothesen zu den Spannungsverläufen an ausgewählten Stellen des Neurons. SuS übertragen gelerntes Wissen auf die Modellebene und üben Modellkritik.

		Lerntempoduett (oder **Lerntempoquartett)** zu den Angriffspunkten verschiedener Drogen und Gifte	SuS ermitteln die Eigenschaften der Neurotransmitter und präsentieren diese. SuS bearbeiten Texte zu einem [zwei] hemmenden und einem [zwei] erregenden Gift[en] unter Berücksichtigung von Dosis-Wirkungs-beziehungen (Antidot-Wirkungen). SuS arbeiten bei dieser Methode mit ihren individuellen Lerntempi. Die Methode ist besonders geeignet für in Länge und Schwierigkeitsgrad gleiche Texte.

<u>Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:</u>

- **Modellkritik** zur Fehleranalyse

<u>Leistungsbewertung:</u>

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

5.3.2 Q2 LK UV 6 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben VI **Thema/Kontext:** Fototransduktion – *Wie entsteht aus der Erregung durch einfallende Lichtreize ein Sinneseindruck im Gehirn?*	
Inhaltsfeld 4: Neurobiologie	
Inhaltliche Schwerpunkte: • Leistungen der Netzhaut • Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung (Teil 2) **Zeitbedarf**: ca. 10 Std. à 45 Minuten	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können… • **E1** selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren. • **E6** Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen. • **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren.

Mögliche *didaktische Leitfragen/* Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methode**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Das Auge - *Wie werden optische Reize in elektrische Potentiale übersetzt?* - Aufbau und Funktion des Auges • Fotorezeption	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). erläutern den Aufbau und die Funktion der Netzhaut unter den Aspekten der Farb- und Kontrastwahrnehmung (UF3, UF4).	**Informationstext** zum Aufbau eines Säugetierauges und zur Funktion der Bestandteile **Sezieren** eines Schweineauges in Einzelarbeit mit Hilfe einer **Anleitung** und einem **Arbeitskatalog:** http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/list.php?suche=schweineauge **Bau** eines Perimeter[s] aus Pappe http://www.staff.uni-mainz.de/freesec/Download/Tierphysiologie/Versuch%2004%20Perimetrie.pdf (letzter Zugriff: 19.05.2016) **Experiment** zur Perimetrie mit farbigen Stiften (rot, grün und blau)	Soll auch das Schweinegehirn seziert werden, bietet es sich an, beide Präparationen zu einem späteren Zeitpunkt durchzuführen, wenn die Anatomie des Gehirns bekannt ist. SuS erarbeiten anhand der Perimeterexperimente die Verteilung der Zapfen und Stäbchen auf der Netzhaut.

• Laterale Inhibition • Fototransduktion • *second messenger* • Reaktionskaskade	stellen die Veränderung der Mem-branspannung an Lichtsinneszellen anhand von Modellen dar und beschreiben die Bedeutung des *second messengers* und der Reaktionskaskade bei der Fototransduktion (E6, E1).	**Arbeitsblatt** zum Aufbau der Netzhaut **Informationsmaterial** zu den Zapfentypen und der additiven Farbmischung **Informationsmaterial** zur Verschaltung und Verrechnung am Beispiel des HERMANNSCHEN Gitters **Arbeitsblätter** zur lateralen Inhibition **Arbeitsblatt** zur Fototransduktion **Informationsblatt** zur Erstellung eines Storyboards für die Fototransduktion unter besonderer Berücksichtigung der Bedeutung von *second messenger*-Systemen **Modell** für den Stop-Motion-Film **App** zur Erstellung eines Stop-Motion-Films, z. B. "PicPac" https://play.google.com/store/apps/details?id=tv.picpac&hl=de (letzter Zugriff: 19.05.2016)	Zum Thema Farbensehen (z. B. Netzhaut, Zapfentypen etc.) können Referate gehalten werden. SuS beschreiben die Wirkung des HERMANNSCHEN Gitters und erklären dieses Phänomen unter Berücksichtigung der Verrechnung von Signalen über Rezeptortypen. SuS definieren den Begriff „Transduktion" aus der Sicht der Neurobiologie und Zellbiologie im Sinne der Umwandlung eines äußeren Reizes in ein physiologisches Signal (Fototransduktion) und als Übermittlung eines Signals in eine Zelle über die Zellmem bran hinweg mittels *second messenger* (Signaltransduktion). Ggf. können auch Augenoperationen zu Themen wie Grauer oder Grüner Star, Makuladegeneration oder Hornhautveränderungen in Form von Referaten oder als Facharbeit berücksichtigt werden.

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

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

Leistungsbewertung:

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

- ggf. **Klausur**
- ggf. **Facharbeit**

5.3.3 Q2 LK UV 7 - Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben VII **Thema/Kontext:** Aspekte der Hirnforschung – *Welche Faktoren beeinflussen unser Gehirn?*	
Inhaltsfeld 4: Neurobiologie	
Inhaltliche Schwerpunkte: • Plastizität und Lernen • Methoden der Neurobiologie (Teil 2) **Zeitbedarf**: ca. 20 Std. à 45 Minuten	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können… • **UF4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen. • **K2** zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen. • **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren. • **B1** fachliche, wirtschaftlich-politische und moralische Kriterien bei Bewertungen von biologischen und biotechnischen Sachverhalten unterscheiden und angeben. • **B2** Auseinandersetzungen und Kontroversen zu biologischen und biotechnischen Problemen und Entwicklungen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Entscheidungen auf der Basis von Sachargumenten vertreten. • **B3** an Beispielen von Konfliktsituationen mit biologischem Hintergrund kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten. • **B4** begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.

Mögliche *didaktische Leitfragen*/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenz-erwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Das Gehirn – *Wie erfolgt die Informationsverarbeitung und - speicherung?* • Bau des Gehirns • Hirnfunktionen	stellen Möglichkeiten und Grenzen bildgebender Verfahren zur Anatomie und zur Funktion des Gehirns (PET und fMRT) gegenüber und bringen diese mit der	**Modell** des Gehirns **Sezieren** eines Schweinehirns, **Anleitung** in: Unterricht Biologie 233 (1998) oder: http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/list.php?suche=Schweinegehirn **Informationsmaterial** zum Aufbau des Gehirns (funktionelle Anatomie) **Expertenquartett** zum Aufbau des Gehirns mit anschließender Präsentation https://www.planet-schule.de/%20wissen-spool/dein_gehirn/inhalt.html (letzter Zugriff: 19.05.2016) **Kartenabfrage** zum Bau des Gehirns **Partnerpuzzle** zu verschiedenen Neuroimaging Methoden, u .a. PET und fMRT	SuS erfahren unmittelbar an der Konsistenz des Präparats die Empfindlichkeit des Gehirns. Ggf. Exkursion ins Teutolab

• Methoden der Neurobiologie (PET, fMRT) • Lernen und Gedächtnis • Neuronale Plastizität	Erforschung von Gehirnabläufen in Verbindung (UF4, UF1, B4). stellen aktuelle Modellvorstellungen zum Gedächtnis auf anatomisch-physiologischer Ebene dar (K3, B1). erklären den Begriff der Plastizität anhand geeigneter Modelle und leiten die Bedeutung für ein lebenslanges Lernen ab (E6, UF4).	**Informationsmaterialien** zu Modellvorstellungen zum Gedächtnis z. B auf der Grundlage des **Skripts** „Lernen und Gedächtnis“ (M. BRAND / H. J. MARKOWITSCH) http://www3.hhu.de/biodidaktik/gehirn/doc/markowits.pdf (letzter Zugriff: 16.06.16) **YouTube**, Stichworte: Markowitsch Gedächtnis **Websites:** http://www3.hhu.de/biodidaktik/gehirn/html/start.htm http://www.gehirnlernen.de/gehirn/plastizit%C3%A4t/ (letzter Zugriff: 12.09.2016) **Tests** zum Lernen und zum Gedächtnis http://braintest.sommer-sommer.com/de/ http://neuronation.spiegel.de/web/testbrain (letzter Zugriff: 19.05.2016)	Das Skript bietet einen Überblick zu folgenden Aspekten: • zeitliche Einteilung des Gedächtnisses • inhaltliche Einteilung • Einteilung nach beteiligten Prozessen • zelluläre Grundlagen und deren Beeinflussung • Anwendung der Erkenntnisse im Schulalltag - Module zum Thema „Lernen aus der Sicht der Neurobiologie“ - ausdruckbare PDF-Dateien - Hinweise auf Fachbücher - wissenschaftliche Informationen zur Plastizität des Gehirns SuS können ihre Gedächtnisleistung selbstständig überprüfen und trainieren.

Stressreaktion – *Auf welche Weise interagieren Nerven- und Hormonsystem?* • Einfluss von Stress Teufelswerk oder Heilmittel? *Welche Chancen und Risiken birgt der Einsatz von Neuroenhancern?* • Neuroenhancer	erklären die Rolle von Sympathikus und Parasympathikus bei der neuronalen und hormonellen Regelung von physiologischen Funktionen an Beispielen (UF4, E6, UF2, UF1). recherchieren und präsentieren aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu einer degenerativen Erkrankung (K2, K3). dokumentieren und präsentieren die Wirkung von endo- und exoge-nen Stoffen auf Vorgänge am A-xon, der Synapse und auf Gehirn-areale an konkreten Beispielen (K1, K3, UF2).	**Arbeitsmaterial** zum Cortisol-Stoffwechsel (CRH, ACTH, Cortisol) zur Veränderung des Lernens und der Plastizität durch Stress (z. B. Spektrum der Wissenschaft-Gehirn & Geist Dossier, 01/ 2016) **Internetrecherche** in arbeitsteiliger Gruppenarbeit nach vorgegebenen Kriterien zum Thema „degenerative Erkrankungen“, z. B. Morbus Alzheimer, Morbus Parkinson, Creutzfeld-Jakob-Krankheit **Informationsmaterial** zum Neuro-Enhancement **Partnerarbeit** und anschließende **Präsentation** zu Neuroenhancern als Medikamente gegen Morbus Alzheimer, Demenz, ADHS **Zeitungsartikel**, z. B.	SuS fassen aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu verschiedenen degenerativen Erkrankungen zusammen und präsentieren diese Ergebnisse in einer Expertenrunde. SuS lernen die Wirkungsweise von Neuroenhancern kennen. Diese Kenntnisse ermöglichen es ihnen, eine eigene kritisch reflektierte Position zu beziehen.

	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).	Gehirndoping - Stoff für´s Gehirn (FAZ 2008) Gehirndoping wird auch in Deutschland immer beliebter (Ärztezeitung 2009) (letzter Zugriff: 19.05.2016) http://www.wissenschaft-schulen.de/sixcms/media.php/1308/UE_Neuro-Enhancement_Ablauf.pdf **Arbeitsblätter dazu:** http://www.wissenschaft-schulen.de/sixcms/media.php/1308/Neuro-Enhancer_AB-L%C3%B6sungen_gesamt.pdf (letzter Zugriff: 19.05.2016) **Pro-Contra Diskussion** zum Neuroenhancement **Anleitung** und **Bewertungsbogen** bei den WIS-Materialien (siehe oben	Ausgewählte Zeitungsartikel liefern Informationen und die Basis dafür, dass eine fachlich fundierte Arbeit im Kompetenzbereich Bewertung möglich wird. Die Initiative „Wissenschaft in die Schulen!“ (WIS) bietet eine vollständige Unterrichtsreihe zum Neuro-enhancement an.

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

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

Leistungsbewertung:

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

- ggf. **schriftliche Übungen**
- ggf. **Klausur**
- ggf. **Facharbeit**