



Unsere Biologie-Fachschaft stellt sich vor

In der aktuellen Fachschaft Biologie sind insgesamt 8 Lehrerinnen und Lehrer: Frau Çal (Fachschaftsvorsitz), Frau Kausche, Herr Masuhr (Vertretung des Fachvorsitzes), Frau Pütz, Frau Rechenberg, Herr Dr. Rütten, Herr Dr. Scheel, Frau Shin-Aulmann. Die Sammlung wurde größtenteils aktualisiert, so dass Teilbereiche auch fachübergreifend genutzt werden können. In den letzten Jahren sind die naturwissenschaftlichen Fachräume digital ausgestattet worden. Aktuell befinden sich in diesen Räumen entweder Beamer mit interaktiven Tafeln oder ein Beamer mit Whiteboard. Geplant ist auch ein grünes Klassenzimmer auf dem Gelände des Schulgartens, der von der Garten AG (Hr. Dr. Rütten) mitgestaltet wird. In dem habitat- und artenreichen Schulgarten ist eine Teichanlage angelegt worden. Der Schulgarten wird in den Unterricht, besonders im Bereich Ökologie, mit einbezogen.

1. Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

Das Emil-Fischer-Gymnasium Euskirchen liegt am Nordrand der Eifel. Die nächsten größeren Städte sind Köln und Bonn. Beide Städte können durch den öffentlichen Nahverkehr leicht erreicht werden. Auch einige Ausgangspunkte in der Eifel sind gut erreichbar.

Exkursionen finden z.B. zu folgenden Orten statt:

Neanderthal-Museum in Mettmann (verpflichtend)

Zoologischer Garten in Köln: Primatenevolution

Museum König

Naturzentrum Eifel in Nettersheim

Hochschule Rhein-Sieg

zdi – Schülerlabor der Universität Köln

Gewässeruntersuchung in Seen des Kottenforst / Ville / Ert / Schulteich

Aquazoo in Düsseldorf

Im sogenannten NW-Trakt sind die naturwissenschaftlichen Fachräume untergebracht. Der Biologieunterricht findet i. d. R. in drei Biologiefachräumen statt. In Ausnahmefällen werden auch zwei Chemiefachräume und ein Physikraum einbezogen. In der Sammlung sind in ausreichender Anzahl Lichtmikroskope, Stereolupen und Fertigpräparate zu verschiedenen Zell- und Gewebetypen vorhanden. Es sind ausreichend Materialien zum Sezieren und Präparieren vorhanden. Zudem verfügt die Sammlung über viele Geräte zur Wasseranalyse. Ebenfalls verfügt das Emil-Fischer-Gymnasium über diverse Anschauungsmodelle wie z. B. einem menschlichen Torso mit entsprechenden Organen, einem menschlichen Skelett, einem Gehirn, einem Herzen, einem elektrischen Nervenzellmodell mit verschiedenen Schaltungsmöglichkeiten u. v. m.

Die Fachkonferenz Biologie stimmt sich bezüglich in der Sammlung vorhandener Gefahrenstoffe mit der dazu beauftragten Lehrkraft der Schule ab.

Im angebundenen Schultrakt neben dem naturwissenschaftlichen Trakt befindet sich das Selbstlernzentrum, in dem insgesamt sechs internetfähige Computer stehen, die gut für Rechercheaufträge genutzt werden können. Für größere Projekte stehen auch zwei Informatikräume

mit ca. 25 Computern zur Verfügung, die im Vorfeld reserviert werden müssen. Den Schülerinnen und Schülern wird über edmond.nrw ein Zugang zu bereits im Unterricht verwendeten digitalen Medien ermöglicht. Die Lehrerbesezung und die übrigen Rahmenbedingungen der Schule ermöglichen einen ordnungsgemäßen laut Stundentafel der Schule vorgesehen Biologieunterricht.

In der Oberstufe befinden sich durchschnittlich ca. 110 Schülerinnen und Schüler in jeder Stufe. Das Fach Biologie ist in der Einführungsphase in der Regel mit 3 – 4 Grundkursen vertreten. In der Qualifikationsphase können auf Grund der Schülerwahlen in der Regel 2 – 3 Grundkurse und ein Leistungskurs gebildet werden.

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

Jgst.	Fachunterricht von 5 bis 6
5	Fach Naturwissenschaften (3) / Profilklassse Naturwissenschaften (5)
6	Fach Naturwissenschaften (3) / Profilklassse Naturwissenschaften (5)
	Fachunterricht von 7 bis 9
7	Biologie (0)
8	Biologie (2)
9	Biologie (2)
	Fachunterricht in der EF und Q1/Q2
EF	Biologie (3)
Q1	Biologie Grundkurs (3) / Biologie LK (5)
Q2	Biologie Grundkurs (3) / Biologie LK (5)

In der Unterstufe (Jgst. 5 und 6) wird das Fach Naturwissenschaften unterrichtet. Unterrichtsinhalte richten sich nach den Kernlehrplänen des Fachs Biologie und Physik, wobei naturwissenschaftliche Phänomene ganzheitlich betrachtet werden. Die Fachkollegen treffen sich regelmäßig zur Weiterentwicklung des Fachunterrichts. In der Mittelstufe werden die Schülerinnen wieder in Biologie unterrichtet, sodass der Schwerpunkt in den biologischen Themen liegt. Von der 5. Jgst. bis zur 9. Jgst. werden Lernzielüberprüfungen als schriftliche und mündliche Leistungsüberprüfungen durchgeführt. Erst ab der EF werden Klausuren geschrieben. In der EF werden die Klausuren zweistündig, ab der Q1 und Q2 dann dreistündig (für den LK vierstündig) geschrieben. Die Unterrichtstaktung an der Schule folgt einem 45 Minutenraster, wobei angestrebt wird, dass der Unterricht in naturwissenschaftlichen Fächern möglichst in Doppelstunden stattfindet. In möglichst vielen Unterrichtsvorhaben wird den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit gegeben, Schülerexperimente durchzuführen; damit wird eine Unterrichtspraxis aus der Sekundarstufe I fortgeführt. Insgesamt werden überwiegend kooperative, die Selbstständigkeit des Lerners fördernde Unterrichtsformen genutzt, so dass ein individualisiertes Lernen in der Sekundarstufe II kontinuierlich unterstützt wird. Hierzu eignen sich besonders Doppelstunden.

2. Aufgaben und Ziele des Biologieunterrichts

Der Biologieunterricht soll Interesse an naturwissenschaftlichen Fragestellungen wecken, Selbstständigkeit und Kritikfähigkeit fördern und die Grundlage für das Lernen in Studium und Beruf in diesem Bereich vermitteln. Dabei werden fachlich und bioethisch fundierte Kenntnisse, die Voraussetzung für einen eigenen Standpunkt, und verantwortliches Handeln im Sinne der Scientific Literacy gefordert und gefördert. Hervorzuheben sind hierbei die Aspekte Ehrfurcht vor dem Leben in seiner ganzen Vielfältigkeit, Nachhaltigkeit, Umgang mit dem eigenen Körper und ethische Grundsätze. Schülerinnen und Schüler haben die Möglichkeit im Rahmen der „Schülerakademie“ selbstständig vom Unterricht unabhängige naturwissenschaftliche Projekte durchzuführen. Für Schülerinnen und Schüler

der Oberstufe wird zudem die Teilnahme an Kursen der Universitäten Köln oder Bonn angeboten. Im nächsten Schuljahr ist angedacht Veranstaltungen der Kinderuni gemeinsam mit interessierten Schülerinnen und Schüler zu besuchen.

3. Entwicklung durch Evaluation der Hauscurricula

Die Fachkonferenzen werden als Anlass genommen, gemeinsam über das Arbeiten mit den schulinternen Curricula zu reflektieren. Für eine kontinuierliche Evaluation nutzt die Fachschaft ein Mitteilungsheft, welches in 00.14 für alle zugänglich ist.

Aus der Fachkonferenz entwickeln sich eigene Arbeitsgruppen, um gemeinsam Unterrichtseinheiten für die einzelnen Jahrgangsstufen zu entwickeln. Diese Einheiten werden für alle in Form eines Ordners zur Verfügung gestellt und können genutzt werden.

Der Lehrplan für die Sekundarstufe I nach der Umstellung auf G9 wird nach den Sommerferien angepasst.

28.02.2019

Schulinterner Lehrplan

für das Fach

Biologie

Sekundarstufe II

EF

Stand 2016

Unterrichtsvorhaben

Einführungsphase	
<p><u>Unterrichtsvorhaben I:</u></p> <p>Thema/Kontext: Kein Leben ohne Zelle I – <i>Wie sind Zellen aufgebaut und organisiert?</i></p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none">• UF1 Wiedergabe• UF2 Auswahl• K1 Dokumentation <p>Inhaltsfeld: IF 1 (Biologie der Zelle)</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none">◆ Zellaufbau ◆ Stofftransport zwischen Kompartimenten (Teil 1) <p>Zeitbedarf: ca. 11 Std.</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben II:</u></p> <p>Thema/Kontext: Kein Leben ohne Zelle II – <i>Welche Bedeutung haben Zellkern und Nukleinsäuren für das Leben?</i></p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none">• UF4 Vernetzung• E1 Probleme und Fragestellungen• K4 Argumentation• B4 Möglichkeiten und Grenzen <p>Inhaltsfeld: IF 1 (Biologie der Zelle)</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none">◆ Funktion des Zellkerns ◆ Zellverdopplung und DNA <p>Zeitbedarf: ca. 12 Std.</p>

Unterrichtsvorhaben III:

Thema/Kontext: Erforschung der Biomembran – *Welche Bedeutung haben technischer Fortschritt und Modelle für die Forschung?*

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:

- K1 Dokumentation
- K2 Recherche
- K3 Präsentation
- E3 Hypothesen
- E6 Modelle
- E7 Arbeits- und Denkweisen

Inhaltsfeld: IF 1 (Biologie der Zelle)

Inhaltliche Schwerpunkte:

- ◆ Biomembranen ◆ Stofftransport zwischen Kompartimenten (Teil 2)

Zeitbedarf: ca. 22 Std.

Unterrichtsvorhaben IV:

Thema/Kontext: Enzyme im Alltag – *Welche Rolle spielen Enzyme in unserem Leben?*

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:

- E2 Wahrnehmung und Messung
- E4 Untersuchungen und Experimente
- E5 Auswertung

Inhaltsfeld: IF 2 (Energistoffwechsel)

Inhaltliche Schwerpunkte:

- ◆ Enzyme

Zeitbedarf: ca. 19 Std.

Unterrichtsvorhaben V:

Thema/Kontext: Biologie und Sport – *Welchen Einfluss hat körperliche Aktivität auf unseren Körper?*

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:

- UF3 Systematisierung
- B1 Kriterien
- B2 Entscheidungen
- B3 Werte und Normen

Inhaltsfeld: IF 2 (Energiestoffwechsel)

Inhaltliche Schwerpunkte:

◆ Dissimilation ◆ Körperliche Aktivität und Stoffwechsel

Zeitbedarf: ca. 26 Std.

Unterrichtsvorhaben I:**Thema/Kontext:** Kein Leben ohne Zelle I – *Wie sind Zellen aufgebaut und organisiert?***Inhaltsfeld:** IF 1 Biologie der Zelle**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Zellaufbau
- Stofftransport zwischen Kompartimenten (Teil 1)

Zeitbedarf: ca. 11 Std.**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- **UF1** ausgewählte biologische Phänomene und Konzepte beschreiben.
- **UF2** biologische Konzepte zur Lösung von Problemen in eingegrenzten Bereichen auswählen und dabei Wesentliches von Unwesentlichem unterscheiden.
- **K1** Fragestellungen, Untersuchungen, Experimente und Daten strukturiert dokumentieren, auch mit Unterstützung digitaler Werkzeuge.

**Mögliche didaktische Leitfragen /
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte****Konkretisierte
Kompetenzerwartungen des
Kernlehrplans**
Die Schülerinnen und Schüler ...**mögliche Lehrmittel/ Materialien/
Methoden****Didaktisch-methodische
Anmerkungen**

<p>SI-Vorwissen</p>		<p>multiple-choice-Test zu Zelle, Gewebe, Organ und Organismus</p> <p>Informationstexte einfache, kurze Texte zum notwendigen Basiswissen</p>	<p>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz: SI-Vorwissen wird ohne Benotung ermittelt (z.B. Selbstevaluationsbogen)</p> <p>Möglichst selbstständiges Aufarbeiten des Basiswissens zu den eigenen Test-Problemstellen.</p>
<p>Zelltheorie – <i>Wie entsteht aus einer zufälligen Beobachtung eine wissenschaftliche Theorie?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Zelltheorie • Organismus, Organ, Gewebe, Zelle 	<p>stellen den wissenschaftlichen Erkenntniszuwachs zum Zellaufbau durch technischen Fortschritt an Beispielen (durch Licht-, Elektronen- und Fluoreszenzmikroskopie) dar (E7).</p>	<p>Advance Organizer zur Zelltheorie</p> <p>Filmmaterial</p>	<p>Zentrale Eigenschaften naturwissenschaftlicher Theorien (<i>Nature of Science</i>) werden beispielhaft erarbeitet.</p>

<p><i>Was sind pro- und eukaryotische Zellen und worin unterscheiden sie sich grundlegend?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau pro- und eukaryotischer Zellen 	<p>beschreiben den Aufbau pro- und eukaryotischer Zellen und stellen die Unterschiede heraus (UF3).</p>	<p>elektronenmikroskopische Bilder sowie 2D-Modelle zu tierischen, pflanzlichen und bakteriellen Zellen</p>	<p>Gemeinsamkeiten und Unterschiede der verschiedenen Zellen werden erarbeitet. EM-Bild wird mit Modell verglichen.</p>
--	---	---	---

<p><i>Wie ist eine Zelle organisiert und wie gelingt es der Zelle so viele verschiedene Leistungen zu erbringen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Funktion von Zellorganellen • Zellkompartimentierung • Endo – und Exocytose • Endosymbiontentheorie 	<p>beschreiben Aufbau und Funktion der Zellorganellen und erläutern die Bedeutung der Zellkompartimentierung für die Bildung unterschiedlicher Reaktionsräume innerhalb einer Zelle (UF3, UF1).</p> <p>präsentieren adressatengerecht die Endosymbiontentheorie mithilfe angemessener Medien (K3, K1, UF1).</p> <p>erläutern die membranvermittelten Vorgänge der Endo- und Exocytose (u. a. am Golgi-Apparat) (UF1, UF2).</p> <p>erläutern die Bedeutung des Cytoskeletts für den intrazellulären Transport [und die Mitose] (UF3, UF1).</p>	<p>Stationenlernen zu Zellorganellen und zur Dichtegradientenzentrifugation Darin enthalten u.a.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Station: Arbeitsblatt Golgi-Apparat („Postverteiler“ der Zelle) • Station: Arbeitsblatt Cytoskelett • Station: Modell-Experiment zur Dichtegradientenzentrifugation (Tischtennisbälle gefüllt mit unterschiedlich konzentrierten Kochsalzlösungen in einem Gefäß mit Wasser) • Station: Erstellen eines selbsterklärenden Mediums zur Erklärung der Endosymbiontentheorie für zufällig gewählte Adressaten. 	<p>Erkenntnisse werden in einem Protokoll dokumentiert.</p> <p>Analogien zur Dichtegradientenzentrifugation werden erläutert.</p> <p>Hierzu könnte man wie folgt vorgehen: Eine „Adressatenkarte“ wird per Zufallsprinzip ausgewählt. Auf dieser erhalten die SuS Angaben zu ihrem fiktiven Adressaten (z.B. Fachlehrkraft, fachfremde Lehrkraft, Mitschüler/in, SI-Schüler/in etc.). Auf diesen richten sie ihr Lernprodukt aus. Zum Lernprodukt gehört das Medium (Flyer, Plakat, Podcast etc.) selbst und eine stichpunktartige Erläuterung der berücksichtigten Kriterien.</p>
--	---	---	--

<p>Zelle, Gewebe, Organe, Organismen – <i>Welche Unterschiede bestehen zwischen Zellen, die verschiedene Funktionen übernehmen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Zelldifferenzierung 	<p>ordnen differenzierte Zellen auf Grund ihrer Strukturen spezifischen Geweben und Organen zu und erläutern den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (UF3, UF4, UF1).</p>	<p>Mikroskopieren von verschiedenen Zelltypen</p>	<p>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz: Mikroskopieren von Fertigpräparaten verschiedener Zelltypen an ausgewählten Zelltypen</p>
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • SI-Vorwissen wird ohne Benotung ermittelt (z.B. Selbstevaluationsbogen); Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe (Überprüfen der Kompetenzen im Vergleich zum Start der Unterrichtsreihe) <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>multiple-choice</i>-Tests zu Zelltypen und Struktur und Funktion von Zellorganellen • ggf. Teil einer Klausur 			

Unterrichtsvorhaben II:

Thema/Kontext: Kein Leben ohne Zelle II – *Welche Bedeutung haben Zellkern und Nukleinsäuren für das Leben?*

Inhaltsfeld: IF 1 (Biologie der Zelle)

Inhaltliche Schwerpunkte:

- • Funktion des Zellkerns
- • Zellverdopplung und DNA

Zeitbedarf: ca. 12 Std.

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- **UF4** bestehendes Wissen aufgrund neuer biologischer Erfahrungen und Erkenntnisse modifizieren und reorganisieren.
- **E1** in vorgegebenen Situationen biologische Probleme beschreiben, in Teilprobleme zerlegen und dazu biologische Fragestellungen formulieren.
- **K4** biologische Aussagen und Behauptungen mit sachlich fundierten und überzeugenden Argumenten begründen bzw. kritisieren.
- **B4** Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen mit Bezug auf die Zielsetzungen der Naturwissenschaften darstellen.

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte

Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans
Die Schülerinnen und Schüler
...

Mögliche Lehrmittel/ Materialien/ Methoden

Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen

<p>Erhebung und Reaktivierung von SI-Vorwissen</p>		<p>Strukturlegetechnik bzw. Netzwerktechnik</p>	<p>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz: SI-Vorwissen wird ermittelt und reorganisiert. Empfehlung: Zentrale Begriffe werden von den SuS in eine sinnvolle Struktur gelegt, aufgeklebt und eingesammelt, um für den Vergleich am Ende des Vorhabens zur Verfügung zu stehen.</p>
<p><i>Was zeichnet eine naturwissenschaftliche Fragestellung aus und welche Fragestellung lag den Acetabularia und den Xenopus-Experimenten zugrunde?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Erforschung der Funktion des Zellkerns in der Zelle 	<p>benennen Fragestellungen historischer Versuche zur Funktion des Zellkerns und stellen Versuchsdurchführungen und Erkenntniszuwachs dar (E1, E5, E7).</p> <p>werten Klonierungsexperimente (Kerntransfer bei Xenopus) aus und leiten ihre Bedeutung für die Stammzellforschung ab (E5).</p>	<p>Plakat zum wissenschaftlichen Erkenntnisweg</p> <p><i>Acetabularia-Experimente</i> von Hämmerling</p> <p>Recherche Nobelpreis</p> <p>Experiment zum Kerntransfer bei <i>Xenopus</i></p>	<p>Naturwissenschaftliche Fragestellungen werden kriteriengeleitet entwickelt und Experimente ausgewertet.</p>

<p><i>Welche biologische Bedeutung hat die Mitose für einen Organismus?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mitose (Rückbezug auf Zelltheorie) • Interphase 	<p>begründen die biologische Bedeutung der Mitose auf der Basis der Zelltheorie (UF1, UF4).</p> <p>erläutern die Bedeutung des Cytoskeletts für [den intrazellulären Transport und] die Mitose (UF3, UF1).</p>	<p>Informationstexte und Abbildungen Filme/Animationen zu zentralen Aspekten:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. exakte Reproduktion 2. Organ- bzw. Gewebewachstum und Erneuerung (Mitose) 3. Zellwachstum (Interphase) 	<p>Die Funktionen des Cytoskeletts werden erarbeitet, Informationen werden in ein Modell übersetzt, das die wichtigsten Informationen sachlich richtig wiedergibt.</p>
--	--	--	--

<p><i>Wie ist die DNA aufgebaut, wo findet man sie und wie wird sie kopiert?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • DNA-Zustandsformen 	<p>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).</p> <p>erklären den Aufbau der DNA mithilfe eines Strukturmodells (E6, UF1).</p> <p>beschreiben den semikonservativen Mechanismus der DNA-Replikation (UF1, UF4).</p>	<p>Modellbau</p> <p>Modellbaukasten zur DNA Struktur</p>	<p>Der DNA-Aufbau und die Replikation werden lediglich modellhaft erarbeitet. Die Komplementarität wird dabei herausgestellt.</p>
---	---	---	---

<p>Verdeutlichung des Lernzuwachses</p>		<p>Strukturlegetechnik bzw. Netzwerktechnik</p>	<p>Methode wird mit denselben Begriffen wie zu Beginn des Vorhabens erneut wiederholt. Ergebnisse werden verglichen. SuS erhalten anschließend individuelle Wiederholungsaufträge.</p>
	<p>zeigen Möglichkeiten und Grenzen der Zellkulturtechnik in der Biotechnologie und Biomedizin auf (B4, K4).</p>	<p>Informationsblatt zu Zellkulturen in der Biotechnologie und Medizin- und Pharmaforschung</p> <p>Rollenkarten zu Vertretern unterschiedlicher Interessensverbände (Pharma-Industrie, Forscher, PETA-Vertreter etc.)</p> <p>Pro und Kontra-Diskussion zum Thema: „Können Zellkulturen Tierversuche ersetzen?“</p>	<p>Zentrale Aspekte werden herausgearbeitet.</p> <p>Argumente werden erarbeitet und Argumentationsstrategien entwickelt. SuS, die nicht an der Diskussion beteiligt sind, sollten einen Beobachtungsauftrag bekommen. Nach Reflexion der Diskussion können Leserbriefe verfasst werden.</p>

Diagnose von Schülerkompetenzen:

- Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe

Leistungsbewertung:

- 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

Unterrichtsvorhaben III:

Thema/Kontext: Erforschung der Biomembran – *Welche Bedeutung haben technischer Fortschritt und Modelle für die Forschung?*

Inhaltsfeld: IF 1 (Biologie der Zelle)

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Biomembranen
- Stofftransport zwischen Kompartimenten (Teil 2)

Zeitbedarf: ca. 22 Std.

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- **K1** Fragestellungen, Untersuchungen, Experimente und Daten strukturiert
- **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 oder kurzen Fachtexten darstellen.
- **E3** zur Klärung biologischer Fragestellungen Hypothesen formulieren und Möglichkeiten zu ihrer Überprüfung angeben.
- **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.

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Mögliche Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische An- merkungen
---	--	---	---

<p><i>Weshalb und wie beeinflusst die Salzkonzentration den Zustand von Zellen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Exo- und Endocytose • Brownsche-Molekularbewegung • Diffusion • Osmose • Plasmolyse 	<p>führen Experimente zur Diffusion und Osmose durch und erklären diese mit Modellvorstellungen auf Teilchenebene (E4, E6, K1, K4).</p> <p>führen mikroskopische Untersuchungen zur Plasmolyse hypothesengeleitet durch und interpretieren die beobachteten Vorgänge (E2, E3, E5, K1, K4).</p> <p>recherchieren Beispiele der Osmose und Osmoregulation in unterschiedlichen Quellen und dokumentieren die Ergebnisse in einer eigenständigen Zusammenfassung (K1, K2).</p>	<p>Plakat zum wissenschaftlichen Erkenntnisweg</p> <p>Zeitungsartikel z.B. zur fehlerhaften Salzkonzentration für eine Infusion in den Unikliniken</p> <p>Experimente mit der roten Zwiebel und mikroskopische Untersuchungen</p> <p>Rettichversuch</p> <p>Kartoffel-Experimente</p> <ol style="list-style-type: none"> ausgehöhlte Kartoffelhälfte mit Zucker, Salz und Stärke Kartoffelstäbchen (gekocht und ungekocht) <p>Informationstexte, Animationen und Lehrfilme zur Brownschen Molekularbewegung (physics-animations.com)</p> <p>Demonstrationsexperimente mit Tinte oder Deo zur Diffusion</p> <p>Arbeitsaufträge zur Recherche osmoregulatorischer Vorgänge</p> <p>Informationsblatt zu Anforderungen an ein Lernplakat (siehe LaBudde 2010)</p>	<p>Das Plakat soll den SuS prozedurale Transparenz im Verlauf des Unterrichtsvorhabens bieten.</p> <p>SuS formulieren erste Hypothesen, planen und führen geeignete Experimente zur Überprüfung ihrer Vermutungen durch.</p> <p>Versuche zur Überprüfung der Hypothesen</p> <p>Versuche zur Generalisierbarkeit der Ergebnisse werden geplant und durchgeführt.</p> <p>Phänomen wird auf Modellebene erklärt (direkte Instruktion).</p> <p>Weitere Beispiele (z. B. Salzwiese, Niere) für Osmoregulation werden recherchiert.</p> <p>Verbindlicher Fachkonferenzbeschluss: Ein Lernplakat zur Osmose wird kriteriengeleitet erstellt.</p>
---	---	--	--

		<p>Checkliste zur Bewertung eines Lernplakats</p> <p>Arbeitsblatt mit Regeln zu einem sachlichen Feedback</p>	<p>Lernplakate werden gegenseitig beurteilt und diskutiert.</p>
--	--	---	---

<p>Wie werden gelöste Stoffe durch Biomembranen hindurch in die Zelle bzw. aus der Zelle heraus transportiert?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Passiver Transport • Aktiver Transport 	<p>beschreiben Transportvorgänge durch Membranen für verschiedene Stoffe mithilfe geeigneter Modelle und geben die Grenzen dieser Modelle an (E6).</p>	<p>Gruppenarbeit: Informationstext zu verschiedenen Transportvorgängen an realen Beispielen</p>	<p>SuS können entsprechend der Informationstexte 2-D-Modelle zu den unterschiedlichen Transportvorgängen erstellen.</p>
<p>Warum löst sich Öl nicht in Wasser?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Eigenschaften von Lipiden und Phospholipiden 	<p>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).</p>	<p>Demonstrationsexperiment zum Verhalten von Öl in Wasser</p> <p>Informationsblätter</p> <ul style="list-style-type: none"> • zu funktionellen Gruppen • Strukturformeln von Lipiden und Phospholipiden • Modelle zu Phospholipiden in Wasser 	<p>Phänomen wird beschrieben.</p> <p>Das Verhalten von Lipiden und Phospholipiden in Wasser wird mithilfe ihrer Strukturformeln und den Eigenschaften der funktionellen Gruppen erklärt.</p> <p>Einfache Modelle (2-D) zum Verhalten von Phospholipiden in Wasser werden erarbeitet und diskutiert.</p>

<p><i>Welche Bedeutung haben technischer Fortschritt und Modelle für die Erforschung von Biomembranen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Erforschung der Biomembran (historisch-genetischer Ansatz) <p>- Bilayer-Modell</p> <p>- Sandwich-Modelle</p> <p>- Fluid-Mosaik-Modell</p>	<p>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).</p> <p>ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle</p>	<p>Plakat(e) zu Biomembranen</p> <p>Versuche von Gorter und Grendel mit Erythrozyten (1925) zum Bilayer-Modell</p> <p>Modellbeurteilung</p> <p>Arbeitsblatt zur Arbeit mit Modellen</p> <p>Animationsfilme</p> <p>Recherche</p> <p>Partnerpuzzle zu Sandwich-Modellen</p> <p>Arbeitsblatt 1: Erste Befunde durch die Elektronenmikroskopie (G. Palade, 1950er)</p> <p>Arbeitsblatt 2: Erste Befunde aus der Biochemie (Davson und Danielli, 1930er)</p> <p>Abbildungen auf der Basis von Gefrierbruchtechnik und Elektronenmikroskopie</p>	<p>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz: Durchführung eines wissenschaftspropädeutischen Schwerpunktes zur Erforschung der Biomembranen.</p> <p>Folgende Vorgehensweise wird empfohlen: Der wissenschaftliche Erkenntniszuwachs wird in den Folgestunden fortlaufend dokumentiert und für alle Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmer auf Plakaten festgehalten.</p> <p>Der Modellbegriff und die Vorläufigkeit von Modellen im Forschungsprozess werden verdeutlicht.</p> <p>Auf diese Weise kann die Arbeit in einer <i>scientific community</i> nachempfunden werden. 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).</p> <p>Das Membranmodell muss erneut modifiziert werden.</p>
--	---	--	---

<p>- Erweitertes Fluid-Mosaik-Modell (Kohlenhydrate in der Biomembran)</p>	<p>(Kohlenhydrate, Lipide, Proteine, [Nucleinsäuren]) den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften (UF1, UF3).</p> <p>recherchieren die Bedeutung und die Funktionsweise von Tracern für die Zellforschung und stellen ihre Ergebnisse graphisch und mithilfe von Texten dar (K2, K3).</p> <p>recherchieren die Bedeutung der Außenseite der Zellmembran und ihrer Oberflächenstrukturen für die Zellkommunikation (u. a. Antigen-Antikörper-Reaktion) und stellen die Ergebnisse adressatengerecht dar (K1, K2, K3).</p>	<p>Partnerpuzzle zum Flüssig-Mosaik-Modell Arbeitsblatt 1: Original-Auszüge aus dem Science-Artikel von Singer und Nicolson (1972) Arbeitsblatt 2: Heterokaryon-Experimente von Frye und Edidin (1972)</p> <p>Experimente zur Aufklärung der Lage von Kohlenhydraten in der Biomembran</p> <p>Checkliste mit Kriterien für seriöse Quellen</p> <p>Animationsfilm</p> <p>Lernplakat (fertig gestellt) zu den Biomembranen</p>	<p>Das Fluid-Mosaik-Modell muss erweitert werden.</p> <p>Quellen werden ordnungsgemäß notiert (Verfasser, Zugriff etc.).</p> <p>Die biologische Bedeutung (hier nur die proximate Erklärungsebene!) der Glykokalyx (u.a. bei der Antigen-Antikörper-Reaktion) wird recherchiert.</p> <p>Historisches Modell wird durch aktuellere Befunde zu den Rezeptor-Inseln erweitert.</p> <p>Ein Reflexionsgespräch auf der Grundlage des entwickelten Plakats zu Biomembranen wird durchgeführt.</p> <p>Wichtige wissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen sowie die Rolle von Modellen und dem technischen Fortschritt werden herausgestellt.</p>
--	--	---	---

Diagnose von Schülerkompetenzen:

- Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe
- Selbstevaluation - Aufgaben Lehrbuch
- KLP-Überprüfungsform: „Dokumentationsaufgabe“ und „Reflexionsaufgabe“ zur Ermittlung der Dokumentationskompetenz (K1) und der Reflexionskompetenz (E7)
- Modellbau

Leistungsbewertung:

- **KLP-Überprüfungsform: „Beurteilungsaufgabe“ und „Optimierungsaufgabe“ (z.B. Modellkritik an Modellen zur Biomembran oder zu Transportvorgängen) zur Ermittlung der Modell-Kompetenz (E6)**
- ggf. Klausur

Unterrichtsvorhaben IV: Thema/Kontext: Enzyme im Alltag – <i>Welche Rolle spielen Enzyme in unserem Leben?</i>			
Inhaltsfelder: IF 1 (Biologie der Zelle), IF 2 (Energistoffwechsel)			
Inhaltliche Schwerpunkte: <ul style="list-style-type: none"> • Enzyme Zeitbedarf: ca. 19 Std.		Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler können ... <ul style="list-style-type: none"> • E2 kriteriengeleitet beobachten und messen sowie gewonnene Ergebnisse objektiv und frei von eigenen Deutungen beschreiben. • 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. 	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Mögliche Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen

<p><i>Wie sind Proteine aufgebaut und wo spielen sie eine Rolle?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aminosäuren • Peptide, Proteine • Primär-, Sekundär-, Tertiär-, Quartärstruktur 	<p>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).</p>	<p>Haptische Modelle (z.B. Legomodelle) zum Proteinaufbau</p> <p>Informationstexte zum Aufbau und der Struktur von Proteinen</p> <p>Gruppenarbeit Lernplakate zum Aufbau von Proteinen</p>	<p>Der Aufbau von Proteinen wird erarbeitet.</p> <p>Die Quartärstruktur wird am Beispiel von Hämoglobin veranschaulicht.</p> <p>Lernplakate werden erstellt und auf ihre Sachrichtigkeit und Anschaulichkeit hin diskutiert und ggf. modifiziert. Sie bleiben im Fachraum hängen und dienen der späteren Orientierung.</p>
--	---	---	--

<p><i>Welche Bedeutung haben Enzyme im menschlichen Stoffwechsel?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aktives Zentrum • Allgemeine Enzymgleichung • Substrat- und Wirkungsspezifität 	<p>beschreiben und erklären mithilfe geeigneter Modelle Enzymaktivität und Enzymhemmung (E6).</p>	<p>Experimentelles Gruppenpuzzle:</p> <ol style="list-style-type: none"> Ananassaft und Quark oder Götterspeise und frischgepresster Ananassaft in einer Verdünnungsreihe Lactase und Milch sowie Glucoseteststäbchen (Immobilisierung von Lactase mit Alginat) Peroxidase mit Kartoffelscheibe oder Kartoffelsaft/ Hefe (Verdünnungsreihe) Urease und Harnstoffdünger (Indikator Rotkohlsaft/ Phenolphthalein) <p>Hilfekarten (gestuft) für die vier verschiedenen Experimente</p> <p>Checklisten mit Kriterien für</p> <ul style="list-style-type: none"> - naturwissenschaftliche Fragestellungen, - Hypothesen, - Untersuchungsdesigns. <p>Plakatpräsentation/ Gruppenrallye mit Anwendungsbeispielen zu je einem Beispiel aus dem anabolen und katabolen Stoffwechsel.</p>	<p>Die Substrat- und Wirkungsspezifität werden veranschaulicht.</p> <p>Die naturwissenschaftlichen Fragestellungen werden vom Phänomen her entwickelt.</p> <p>Hypothesen zur Erklärung der Phänomene werden aufgestellt. Experimente zur Überprüfung der Hypothesen werden geplant, durchgeführt und abschließend werden mögliche Fehlerquellen ermittelt und diskutiert.</p> <p>Die gestuften Hilfen (Checklisten) sollen Denkanstöße für jede Schlüsselstelle im Experimentierprozess geben.</p> <p>Vorgehen und Ergebnisse werden auf Plakaten präsentiert.</p> <p>SuS erhalten Beobachtungsbogen für den Museumsgang und verteilen Punkte. Anschließend wird das beste Plakat gekürt.</p> <p>Modelle zur Funktionsweise des aktiven Zentrums werden erstellt.</p> <p>Hier bietet sich an die Folgen einer veränderten Aminosäuresequenz, z. B. bei Lactase mithilfe eines Modells zu diskutieren.</p>
--	---	--	---

<p><i>Welche Wirkung / Funktion haben Enzyme?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Katalysator • Biokatalysator • Endergonische und exergonische Reaktion • Aktivierungsenergie, Aktivierungsbarriere / Reaktionsschwelle • Enzymklassen 	<p>erläutern Struktur und Funktion von Enzymen und ihre Bedeutung als Biokatalysatoren bei Stoffwechselreaktionen (UF1, UF3, UF4).</p>	<p>Schematische Darstellungen von Reaktionen unter besonderer Berücksichtigung der Energieniveaus</p>	<p>Die zentralen Aspekte der Biokatalyse werden erarbeitet:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Senkung der Aktivierungsenergie 2. Erhöhung des Stoffumsatzes pro Zeit
---	--	--	--

<p><i>Was beeinflusst die Wirkung / Funktion von Enzymen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • pH-Abhängigkeit • Temperaturabhängigkeit • Schwermetalle <ul style="list-style-type: none"> • Substratkonzentration / Wechselzahl 	<p>beschreiben und interpretieren Diagramme zu enzymatischen Reaktionen (E5).</p> <p>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).</p>	<p>Checkliste mit Kriterien zur Beschreibung und Interpretation von Diagrammen</p> <p>Experimente mithilfe von Interaktionsboxen zum Nachweis der Konzentrations-, Temperatur- und pH-Abhängigkeit (Lactase und Bromelain)</p> <p>Modellexperimente Schere/Kleber/Papier</p>	<p>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz: Das Beschreiben und Interpretieren von Diagrammen wird geübt.</p> <p>Experimente zur Ermittlung der Abhängigkeiten der Enzymaktivität werden geplant und durchgeführt. Wichtig: Denaturierung im Sinne einer irreversiblen Hemmung durch Temperatur, pH-Wert und Schwermetalle muss herausgestellt werden.</p> <p>Die Wechselzahl wird problematisiert.</p> <p>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz: Durchführung von Experimenten zur Ermittlung von Enzymeigenschaften an ausgewählten Beispielen.</p>
---	---	---	---

<p><i>Wie wird die Aktivität der Enzyme in den Zellen reguliert?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • kompetitive Hemmung, • allosterische (nicht kompetitive) Hemmung • Substrat und Endprodukthemmung 	<p>beschreiben und erklären mithilfe geeigneter Modelle Enzymaktivität und Enzymhemmung (E6).</p>	<p>Experimente / Gruppenarbeit Informationsmaterial zu Trypsin (allosterische Hemmung) und Allopurinol (kompetitive Hemmung)</p> <p>Modellexperimente mit Fruchtgummi und Smarties/mithilfe einer Interaktionsbox mit Materialien (Knete, Moosgummi, Styropor etc.)</p> <p>Checkliste mit Kriterien zur Modellkritik</p>	<p>Wesentliche Textinformationen werden in einem begrifflichen Netzwerk zusammengefasst. Die kompetitive Hemmung wird simuliert.</p> <p>Modelle zur Erklärung von Hemmvorgängen werden entwickelt.</p> <p>Reflexion und Modellkritik</p>
--	---	---	--

<p>Wie macht man sich die Wirkweise von Enzymen zu Nutze?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enzyme im Alltag <ul style="list-style-type: none"> - Technik - Medizin - u. a. 	<p>recherchieren Informationen zu verschiedenen Einsatzgebieten von Enzymen und präsentieren und bewerten vergleichend die Ergebnisse (K2, K3, K4).</p> <p>geben Möglichkeiten und Grenzen für den Einsatz von Enzymen in biologisch-technischen Zusammenhängen an und wägen die Bedeutung für unser heutiges Leben ab (B4).</p>	<p>(Internet)Recherche</p>	<p>Die Bedeutung enzymatischer Reaktionen für z.B. Veredlungsprozesse und medizinische Zwecke wird herausgestellt.</p> <p>Als Beispiel können Enzyme im Waschmittel und ihre Auswirkung auf die menschliche Haut besprochen und diskutiert werden.</p>
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>multiple choice</i> -Tests • KLP-Überprüfungsform: „experimentelle Aufgabe“ (z.B. Entwickeln eines Versuchsaufbaus in Bezug auf eine zu Grunde liegende Fragestellung und/oder Hypothese) zur Ermittlung der Versuchsplanungskompetenz (E4) • ggf. Klausur 			

Unterrichtsvorhaben V:

Thema/Kontext: Biologie und Sport – *Welchen Einfluss hat körperliche Aktivität auf unseren Körper?*

Inhaltsfeld: IF 2 (Energiestoffwechsel)

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Dissimilation
- Körperliche Aktivität und Stoffwechsel

Zeitbedarf: ca. 26 Std. à

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- **UF3** die Einordnung biologischer Sachverhalte und Erkenntnisse in gegebene fachliche Strukturen begründen.
- **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 ...

Mögliche Lehrmittel/ Materialien/ Methoden

Didaktisch-methodische Anmerkungen

<p><i>Wie sind Zucker aufgebaut und wo spielen sie eine Rolle?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Monosaccharid • Disaccharid • Polysaccharid 	<p>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).</p>	<p>Informationstexte zu funktionellen Gruppen und ihren Eigenschaften sowie Kohlenhydratklassen und Vorkommen und Funktion in der Natur</p> <p>„Spickzettel“ als legale Methode des Memorierens</p> <p>Beobachtungsbogen mit Kriterien für „gute Spickzettel“</p>	<p>Gütekriterien für gute „Spickzettel“ werden erarbeitet (Übersichtlichkeit, auf das Wichtigste beschränkt, sinnvoller Einsatz von mehreren Farben, um Inhalte zu systematisieren etc.) werden erarbeitet.</p> <p>Der beste „Spickzettel“ kann gekürt und allen SuS über „lo-net“ zur Verfügung gestellt werden.</p>
--	---	--	---

<p><i>Welche Veränderungen können während und nach körperlicher Belastung beobachtet werden?</i></p> <p><i>Systemebene: Organismus</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Belastungstest • Schlüsselstellen der körperlichen Fitness 		<p>Münchener Belastungstest <u>oder</u> <i>multi-stage</i> Belastungstest.</p> <p>Selbstbeobachtungsprotokoll zu Herz, Lunge, Durchblutung Muskeln</p> <p>Graphic Organizer auf verschiedenen Systemebenen</p>	<p>Begrenzende Faktoren bei unterschiedlich trainierten Menschen werden ermittelt.</p> <p>Damit kann der Einfluss von Training auf die Energiezufuhr, Durchblutung, Sauerstoffversorgung, Energiespeicherung und Ernährungsverwertung systematisiert werden.</p> <p>Die Auswirkung auf verschiedene Systemebenen (Organ, Gewebe, Zelle, Molekül) kann dargestellt und bewusst gemacht werden.</p>
--	--	---	---

<p><i>Wie reagiert der Körper auf unterschiedliche Belastungssituationen und wie unterscheiden sich verschiedene Muskelgewebe voneinander?</i></p> <p><i>Systemebenen: Zelle, Organ und Gewebe</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Muskelaufbau • Sauerstoffschuld, Energiereserve der Muskeln, Glykogenspeicher 	<p>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).</p> <p>überprüfen Hypothesen zur Abhängigkeit der Gärung von verschiedenen Faktoren (E3, E2, E1, E4, E5, K1, K4).</p>	<p>Partnerpuzzle mit Arbeitsblättern zur roten und weißen Muskulatur und zur Sauerstoffschuld</p> <p>Bildkarten zu Muskeltypen und Sportarten</p>	<p>Hier können Beispiele von 100-Meter-, 400-Meter- und 800-Meter-Läufern analysiert werden.</p> <p>Verschiedene Muskelgewebe werden im Hinblick auf ihre Mitochondriendichte (stellvertretend für den Energiebedarf) untersucht / ausgewertet. Muskeltypen werden begründend Sportarten zugeordnet.</p>
---	---	---	--

<p>Wie entsteht ATP und wie wird der C6-Körper abgebaut?</p> <p>Systemebenen: Zelle, Molekül</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tracermethode • Glykolyse • Milchsäure-Gärung • Zitronensäurezyklus • Atmungskette 	<p>präsentieren eine Tracermethode bei der Dissimilation adressatengerecht (K3).</p> <p>erklären die Grundzüge der Dissimilation unter dem Aspekt der Energieumwandlung mithilfe einfacher Schemata (UF3).</p> <p>überprüfen Hypothesen zur Abhängigkeit der Gärung von verschiedenen Faktoren (E3, E2, E1, E4, E5, K1, K4).</p> <p>beschreiben und präsentieren die ATP-Synthese im Mitochondrium mithilfe vereinfachter Schemata (UF2, K3).</p>	<p>Advance Organizer Arbeitsblatt mit histologischen Elektronenmikroskopie-Aufnahmen und Tabellen</p> <p>Informationstexte und schematische Darstellungen zu Experimenten von Peter Mitchell (chemiosmotische Theorie) zum Aufbau eines Protonengradienten in den Mitochondrien für die ATP-Synthase (vereinfacht)</p> <p>Informationsblatt Experimente mit Sauerkraut (u.a. pH-Wert)</p> <p>Forscherbox</p>	<p>Grundprinzipien von molekularen Tracern werden wiederholt.</p> <p>Experimente werden unter dem Aspekt der Energieumwandlung ausgewertet.</p> <p>Die Milchsäuregärung dient der Veranschaulichung anaerober Vorgänge: Modellexperiment zum Nachweis von Milchsäure unter anaeroben Bedingungen wird geplant und durchgeführt.</p>
---	---	---	---

<p><i>Wie entsteht und wie gelangt die benötigte Energie zu unterschiedlichen Einsatzorten in der Zelle?</i></p> <p><i>Systemebene: Molekül</i></p> <ul style="list-style-type: none">• NAD⁺ und ATP	<p>erläutern die Bedeutung von NAD⁺ und ATP für aerobe und anaerobe Dissimilationsvorgänge (UF1, UF4).</p>	<p>Arbeitsblatt mit Modellen / Schemata zur Rolle des ATP</p>	<p>Die Funktion des ATP als Energie-Transporter wird verdeutlicht.</p>
---	---	--	--

<p><i>Welche Faktoren beeinflussen den Energieumsatz und welche Methoden helfen bei der Bestimmung?</i></p> <p><i>Systemebenen: Organismus, Gewebe, Zelle, Molekül</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Energieumsatz (Grundumsatz und Leistungsumsatz) • Direkte und indirekte Kalorimetrie <p><i>Welche Faktoren spielen eine Rolle bei körperlicher Aktivität?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sauerstofftransport im Blut • Sauerstoffkonzentration im Blut • Erythrozyten • Hämoglobin/ Myoglobin • Bohr-Effekt 	<p>stellen Methoden zur Bestimmung des Energieumsatzes bei körperlicher Aktivität vergleichend dar (UF4).</p>	<p>Diagramme zum Sauerstoffbindungsvermögen in Abhängigkeit verschiedener Faktoren (Temperatur, pH-Wert) und Bohr-Effekt</p> <p>Arbeitsblatt mit Informationstext zur Erarbeitung des Prinzips der Oberflächenvergrößerung durch Kapillarisation</p>	<p>Der Zusammenhang zwischen respiratorischem Quotienten und Ernährung wird erarbeitet.</p> <p>Der quantitative Zusammenhang zwischen Sauerstoffbindung und Partialdruck wird an einer sigmoiden Bindungskurve ermittelt.</p> <p>Der Weg des Sauerstoffs in die Muskelzelle über den Blutkreislauf wird wiederholt und erweitert unter Berücksichtigung von Hämoglobin und Myoglobin.</p>
--	---	--	---

<p><i>Wie funktional sind bestimmte Trainingsprogramme und Ernährungsweisen für bestimmte Trainingsziele?</i></p> <p><i>Systemebenen: Organismus, Zelle, Molekül</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ernährung und Fitness • Kapillarisation • Mitochondrien <p><i>Systemebene: Molekül</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Glycogenspeicherung • Myoglobin 	<p>erläutern unterschiedliche Trainingsformen adressatengerecht und begründen sie mit Bezug auf die Trainingsziele (K4).</p> <p>erklären mithilfe einer graphischen Darstellung die zentrale Bedeutung des Zitronensäurezyklus im Zellstoffwechsel (E6, UF4).</p>	<p>Fallstudien aus der Fachliteratur (Sportwissenschaften)</p> <p>Arbeitsblatt mit einem vereinfachten Schema des Zitronensäurezyklus und seiner Stellung im Zellstoffwechsel (Zusammenwirken von Kohlenhydrat, Fett und Proteinstoffwechsel)</p>	<p>Hier können Trainingsprogramme und Ernährung unter Berücksichtigung von Trainingszielen (Aspekte z.B. Ausdauer, Kraftausdauer, Maximalkraft) und der Organ- und Zellebene (Mitochondrienanzahl, Myoglobinkonzentration, Kapillarisation, erhöhte Glycogenspeicherung) betrachtet, diskutiert und beurteilt werden.</p> <p>Verschiedene Situationen können „durchgespielt“ (z.B. die Folgen einer Fett-, Vitamin- oder Zuckerunterversorgung) werden.</p>
--	---	---	---

<p><i>Wie wirken sich leistungssteigernde Substanzen auf den Körper aus?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Atmung • Ernährung 	<p>nehmen begründet Stellung zur Verwendung leistungssteigernder Substanzen aus gesundheitlicher und ethischer Sicht (B1, B2, B3).</p>	<p>Anonyme Kartenabfrage zu Doping</p> <p>Informationstext zu Werte, Normen, Fakten</p> <p>Informationstext zum ethischen Reflektieren (nach Martens 2003)</p> <p>Exemplarische Aussagen von Personen</p> <p>Informationstext zu EPO Historische Fallbeispiele zum Einsatz von EPO (Blutdoping) im Spitzensport</p> <p>Weitere Fallbeispiele zum Einsatz anaboler Steroide in Spitzensport und Viehzucht</p>	<p>Juristische und ethische Aspekte werden auf die ihnen zugrunde liegenden Kriterien reflektiert.</p> <p>Verschiedene Perspektiven und deren Handlungsoptionen werden erarbeitet, deren Folgen abgeschätzt und bewertet.</p> <p>Bewertungsverfahren und Begriffe werden geübt und gefestigt.</p>
--	--	--	---

Diagnose von Schülerkompetenzen:

- Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe

Leistungsbewertung:

- **KLP-Überprüfungsform: „Bewertungsaufgabe“ zur Ermittlung der Entscheidungskompetenz (B2) und der Kriterienermittlungskompetenz (B1) mithilfe von Fallbeispielen**
- ggf. Klausur.

Schulinterner Lehrplan

für das Fach

Biologie

Sekundarstufe II (Q1 & Q2)

Stand 2019

Stand 28.02.2019

Q1 Inhaltsfeld IF3: Genetik

Grundkurs und **Leistungskurs**

- **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. 43 Ustd. à 45 Minuten (Grundkurs)

ca. 77 Ustd. à 45 Minuten (Leistungskurs)

Hinweise:

Fett gedruckt: Abiturrelevant in AFB I, II und III

Nicht fett gedruckt: nicht abiturrelevant in AFB I (nur ggfs. II und III)

Blau: nur LK

Grau hinterlegt: Vorschläge für möglichen Kompetenzerwerb (nicht fett gedruckt)

Unterrichtsvorhaben I		
Thema/Kontext: Proteinbiosynthese – <i>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?</i>		
Inhaltsfeld 3: Genetik		
Inhaltliche Schwerpunkte: <ul style="list-style-type: none"> • Replikation • Proteinbiosynthese • Genregulation bei Prokaryoten und Eukaryoten • Epigenetik / Epigenetik Zeitbedarf: ca. 25 Ustd. à 45 Minuten (Grundkurs) ca. 49 Ustd. à 45 Minuten (Leistungskurs)	Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler können... <ul style="list-style-type: none"> • UF1 biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern. UF3 biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen. • 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, • UF4 Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen. 	
Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i> inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Vorwissen aktivieren und erfassen		Begriffsnetz oder andere Strukturtechnik

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Welcher chemische Bestandteil der Chromosomen ist der Träger der Erbinformation?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bakterien und Viren • Aufbau und Struktur der DNA (Wh.) <p><i>Wie wird die DNA im Labor vervielfältigt?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • semikonservative Replikation (Wh.) • PCR <p style="text-align: right;">ca. 8 Ustd. / 12 Ustd.</p>	<p>In diesem Kontext kann auch folgende Kompetenz erworben werden: Die SuS begründen die Verwendung bestimmter Modellorganismen (u.a. <i>E.coli</i>) für besondere Fragestellungen genetischer Forschung. (E6, E3)</p> <p>erläutern molekulargenetische Verfahren (u.a. PCR, Gelelektrophorese) und ihre Einsatzgebiete (E4, E2, UF1)</p>	<p>Historischer Einstieg in das Inhaltsfeld Genetik über GRIFFITH und AVERY sowie HERSHEY und CHASE [1] o.ä.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Problematisierung: DNA oder Protein als Träger der Erbinformation? • Auswertung der Versuche und Wiederholung der molekularen Struktur von DNA und Proteinen <p>Animationsfilm und Materialien zur Replikation GIDA</p> <p>Einblick in die Forschung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung der PCR als Werkzeug zur Vervielfältigung von DNA-Proben auf Grundlage des Replikationsmechanismus
<p><i>Wie entstehen aus Genen Merkmale?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ein-Gen-ein-Polypeptid-Hypothese • Proteinbiosynthese • Mechanismus der Transkription 	<p>In diesem Kontext kann auch folgende Kompetenz erworben werden: Die SuS reflektieren und erläutern den Wandel des Genbegriffs (E7).</p> <p>erläutern wissenschaftliche Experimente zur Aufklärung der Proteinbiosynthese, generieren Hypothesen auf der Grundlage der Versuchspläne und interpretieren die Versuchsergebnisse (E3, E4, E5).</p>	<p>Historischer Zugang über Alkaptonurie (Hypothese von GARROD) und / oder das Experiment von BEADLE und TATUM</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definition des Genbegriffs <p>Nachvollzug des Ablaufs der Transkription anhand einer Animation [2] / Animationsfilme GIDA</p>

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Genetischer Code <ul style="list-style-type: none"> ○ Aufklärung ○ Eigenschaften • Mechanismus der Translation • Vergleich der Proteinbiosynthese bei Prokaryonten und Eukaryonten • RNA-Prozessierung <p style="text-align: right;">ca. 8Ustd. / 10 Ustd.</p>	<p>benennen Fragestellungen und stellen Hypothesen zur Entschlüsselung des genetischen Codes auf und erläutern klassische Experimente zur Entwicklung der Code-Sonne (E1, E3, E4).</p> <p>erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Genmutationen / Mutationstypen (UF1, UF2).</p> <p>vergleichen die molekularbiologischen Abläufe in der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryonten (UF1, UF3).</p>	<p>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.</p> <p>Analyse der Experimente von NIRENBERG zur Entschlüsselung des genetischen Codes [3]</p> <p>Erarbeitung der Eigenschaften des genetischen Codes → Anwendung der Codesonne wird mehrfach geübt</p> <p>Erwerb von detaillierten Fachkenntnissen zum Vorgang der Translation → GIDA – Materialien</p> <p>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)</p> <p>Vgl. Zellstrukturen Pro- und Eukaryoten (Wdh.)</p>
<p><i>Wie entstehen Mutationen auf molekularer Ebene und wie wirken sie sich aus?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Proteinbiosynthese • Genmutationen 	<p>erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Genmutationen / Mutationstypen (UF1, UF2).</p>	<p>Rückbezug auf Alkaptonurie o. a. genetisch bedingte Erkrankung, um zu Mutationen überzuleiten.</p> <ul style="list-style-type: none"> • AB: Übersetzung der DNA bei Genmutationen • Sequenzanalyse nach SANGER als Methode zur Ermittlung von Basenabfolgen <p>Klassifizierung der Mutationstypen [4]</p>

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Genwirkketten <p><i>Wodurch entstehen Mutationen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mutagene • Protoonkogene und Tumor-Suppressorgene <p style="text-align: right;">ca. 5 Ust. / 15 Ust.</p>	<p>erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp (u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4)</p> <p>erklären mithilfe eines Modells die Wechselwirkung von Proto-Onkogenen und Tumor-Suppressorgenen auf die Regulation des Zellzyklus und beurteilen die Folgen von Mutationen in diesen Genen (E6, UF1, UF3, UF4).</p> <p>In diesem Kontext kann der GK die gleichlautende Kompetenz erwerben.</p> <p>erklären mit Hilfe von Modellen genregulatorische Vorgänge bei Eukaryoten (E6).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Punktmutation (stumm, missense, nonsense), • Rastermutation (Deletion, Insertion) <p>Erarbeitung der Auswirkungen von Genmutationen auf den Organismus und auf Genwirkketten (z.B. anhand Phenylalanin-Stoffwechsel)</p> <p>Einige bekannte Mutagene aus dem Alltag der SuS werden vorgestellt. Infotext: Einfluss des p53-Proteins / RAS auf Zellzyklus</p> <p>Untersuchung des Einflusses von Mutagenen auf die Entstehung von Mutationen Erarbeitung der Krebsentstehung durch Mutationen in Proto-Onkogenen (z. B. ras-Gene) und Tumor-Suppressorgenen (z. B. p53-Gen) → gestörte Regulation der Transkription z. B. mit Hilfe der Aufgabensequenz „Tumorgene“ [5]</p> <p>Vertiefung der Fachkenntnisse z. B Referate zu „Mondscheinkindern“, Krebsentstehung, Angelina Jolie – Prävention Brustkrebs (KAU)</p>
<p><i>Wie wird die Bildung von Proteinen bei Prokaryoten reguliert?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Genregulation • Lac-Operon • Tryp-Operon 	<p>erläutern und entwickeln Modellvorstellungen auf der Grundlage von Experimenten zur Aufklärung der Genregulation bei Prokaryoten (E2, E5, E6)</p>	<p>Animationsfilme (GIDA) zur Genregulation z.B. Erstellen eines Clips/Comics zur Genregulation [6]</p> <p>Stativmodell für das Lac-Operon (00.15) RTT - Anhand von Kennzeichnungen am Stativmodell wird die Genregulation erklärt</p> <p>Erarbeitung der Endprodukthemmung</p>

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p>Wie wird die Bildung von Proteinen bei Eukaryoten reguliert?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transkriptionsebene • DNA-Methylierung • Epigenetik • Translationsebene RNA-Interferenz <p style="text-align: right;">ca. 4 Ustd. / 12 Ustd.</p>	<p>erläutern die Bedeutung der Transkriptionsfaktoren für die Regulation von Zellstoffwechsel und Entwicklung (UF1, UF4)</p> <p>erklären mit Hilfe von Modellen genregulatorische Vorgänge bei Eukaryoten (E6)</p> <p>erläutern epigenetische Modelle zur Regulation des Zellstoffwechsels und leiten Konsequenzen für den Organismus ab, z.B. Honigbienen Gelee Royale (E6)</p> <p>In diesem Kontext kann der Grundkurs auch folgende Kompetenz erwerben: Die SuS erklären einen epigenetischen Mechanismus als Modell zur Regelung des Zellstoffwechsels (E6).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • AB Bakterienwachstum auf Tryptophan • Veranschaulichung anhand eines Funktionsmodells <p>Erarbeitung der Substratinduktion</p> <ul style="list-style-type: none"> • AB Bakterienwachstum auf Glucose bei späterer Zugabe von Lactose <p>Übertragung des Funktionsmodells auf Substratinduktion</p> <p>Wiederholung: Zellstrukturvergleich Pro- Eukaryoten</p> <p>Herausstellung des Silencer- und Enhancer-Prinzips bei Transkriptionsfaktoren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Benennung der einzelnen Transkriptionsfaktoren ist nicht erforderlich. • Hier bietet sich eine erneute Thematisierung der Rolle von p53 als Wächter des Genoms an <p>z.B. Recherche über die Firma <i>Epigenomics</i> oder Epigenetik bei Bienen</p> <p>Abb. von Genabschnitten, die methyliert/acetyliert sind: Infotext in Ursache-Wirkungskette zusammenfassen [7,8]</p>

Zur Festigung: Begriffsnetze oder ähnliche Strukturlegetechniken

Diagnose von Schülerkompetenzen:

Selbstevaluationsbogen zum SI-Vorwissen (unbenotet); Vgl. Begriffsnetze zu Beginn und am Ende dieser Unterrichtsreihe

Leistungsbewertung:

Klausur

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/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	GIDA Molekulare Genetik - Proteinbiosynthese	Leicht verständliche Animationen und aufbereitetes Arbeitsmaterial. Eingestellt bei www.edmond-nrw.de zum kostenlosen Download.
3	http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/material/Modul%201/Mod_1_AB_5.pdf	vgl. 1
4	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5649	Lernaufgabe „Genmutationstypen am Beispiel der Krankheit Retinopathia pigmentosa“
5	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5648	Lernaufgabe „Tumore: Zellen außer Kontrolle – Welchen Einfluss haben Gene auf die Entstehung von Krebs?“
6	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.
7	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.
8	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.
9	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.

Letzter Zugriff auf die URL: 19.02.2019

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 / **Bioethik**

Zeitbedarf:

ca. 18 Std. à 45 Minuten (Grundkurs)

ca. 28 Std. à 45 Minuten (Leistungskurs)

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können...

- **UF4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.
- **E1** in vorgegebenen Situationen biologische Phänomene beschreiben, in Teilprobleme zerlegen und dazu biologische Fragestellungen formulieren
- **E3** zur Klärung biologischer Fragestellungen Hypothesen formulieren und Möglichkeiten zu ihrer Überprüfung angeben
- **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.
- **B3** an Beispielen von Konfliktsituationen mit biologischem Hintergrund kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten.

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Reaktivierung von SI-Vorwissen		Mindmap, Begriffsnetz oder andere Strukturtechnik

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Wie bleibt der artspezifische Chromosomensatz des Menschen von Generation zu Generation erhalten?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Chromosomen • Meiose und Rekombinationsvorgänge • Chromosomen- und Genommutationen (hier z. B. Trisomie 21) <p style="text-align: right;">ca. 6 Ustd. / 6 Ustd.</p>	<p>erläutern die Grundprinzipien der inter- und intrachromosomalen Rekombination (Reduktion und Neukombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung (UF4).</p> <p>erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp (u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4)</p>	<p>Schematische Zeichnungen zum Ablauf der Meiose; AB zum Einzeichnen der Chromosomen [1, 2]</p> <p>→ Die Verteilung der homologen Chromosomen auf die Keimzellen wird in Einzelschritten erklärt</p> <p>Beispiele für Genom- und Chromosommutationen werden eingeübt und unterschieden. Bsp.: Trisomie 21, Turner-Syndrom Bsp.: Mukoviszidose</p> <p>Karyogramme werden untersucht</p>
<p><i>Wie lassen sich aus Familienstammbäumen Vererbungsmodi ermitteln?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Erbgänge und Stammbaumanalyse <p style="text-align: right;">ca. 6 Ustd./ 6 UStd.</p>	<p>formulieren bei der Stammbaumanalyse Hypothesen zu X-chromosomalen und autosomalen Vererbungsmodi genetisch bedingter Merkmale und begründen die Hypothesen mit vorhandenen Daten auf der Grundlage der Meiose (E1, E3, E5, UF4, K4).</p>	<p>Strategien zur fachsprachlich korrekten Auswertung von Stammbäumen werden an mehreren Beispielen im Unterricht eingeübt [4, 5]</p> <p>Checkliste zum methodischen Vorgehen einer Stammbaumanalyse Bsp.: Vielfingrigkeit, Albinismus, Chorea Huntington ...</p>
<p><i>Wie lassen sich Merkmalsausprägungen erklären, die nicht auf die Mendelschen Regeln zurückzuführen sind?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Intrachromosomale Rekombination <p style="text-align: right;">ca. 4 Ustd.</p>	<p>formulieren bei der Stammbaumanalyse Hypothesen zum Vererbungsmodus genetisch bedingter Merkmale (X-chromosomal, autosomal, Zweifaktorenanalyse; Kopplung, Crossing-over) und begründen die Hypothesen mit vorhandenen Daten auf der Grundlage der Meiose (E1, E3, E5, UF4, K4).</p> <p>erläutern die Grundprinzipien der inter- und intrachromosomalen Rekombination (Reduktion und Neukombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung (UF4).</p>	<p>Zweifaktorenanalyse (dihybrider Erbgang) und Crossing-over am Beispiel Bluterkrankheit / Rot-Grün-Blindheit:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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
<p><i>Wie können genetisch bedingte Krankheiten zuverlässig diagnostiziert werden?</i></p>	<p>erläutern molekulargenetische Verfahren (u.a. PCR, Gelelektrophorese) und ihre</p>	<p>Wiederholung der in UV I eingeführten molekulargenetischen Werkzeuge (PCR,</p>

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • PCR, Gelelektrophorese (Wdh.) • Genanalyse mit Short-Tandem-Repeat-Analyse (STR); RFLP, VNTR • Restriktionsenzyme <p style="text-align: right;">ca. 3 Ustd. / 5 Ustd.</p>	<p>Einsatzgebiete (E4, E2, UF1).</p> <p>In diesem Kontext können auch folgende Kompetenzen erworben werden:</p> <p>Die SuS geben die Bedeutung von DNA-Chips und Hochdurchsatz-Sequenzierung an und beurteilen / bewerten Chancen und Risiken. (B1, B3).</p> <p>Die SuS recherchieren Informationen zu humangenetischen Fragestellungen (u. a. genetisch bedingten Krankheiten), schätzen die Relevanz und Zuverlässigkeit der Informationen ein und fassen die Ergebnisse strukturiert zusammen (K2, K1, K3, K4).</p>	<p>Gelelektrophorese)</p> <p>Anwendung dieser Werkzeuge bei der Diagnostik verschiedener genetisch bedingter Krankheiten, z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chorea Huntington (STR-Analyse) • Cystische Fibrose (Sequenzanalyse, z. B. Fluoreszenzmethode) <p>Referate zu verschiedenen Gentechniken</p> <p>z.B. Plakete zur Pränataldiagnostik (PID) [3]</p> <p>Lerneinheit (z.B. Mallig)</p> <p>ggf. Exkursion in ein Schülerlabor → molekulargenetisches Praktikum</p> <p>ggf. weitere Anwendungsbeispiele für DNA-Analysen (z. B. genetischer Fingerabdruck)</p>
<p><i>Welche molekulargenetischen Grundoperationen werden in der Gentechnik genutzt?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gentechnische Grundoperationen • Anwendungsbereiche • Vektoren, Klonierung • Transgene Lebewesen • Stammzellen • Ethische Bewertung 	<p>beschreiben molekulargenetische Werkzeuge und erläutern deren Bedeutung für gentechnische Grundoperationen (UF1).</p> <p>An dieser Stelle können auch folgende Kompetenzen erworben werden:</p> <p>Die SuS stellen mithilfe geeigneter Medien die Herstellung transgener Lebewesen dar und diskutieren ihre Verwendung (K1, B3).</p> <p>Die SuS beschreiben aktuelle Entwicklungen in der Biotechnologie bis hin zum Aufbau von synthetischen Organismen in ihren Konsequenzen</p>	<p>Zunächst Erarbeitung grundlegender gentechnischer Verfahren am Beispiel der Gewinnung des Humaninsulins [6]</p> <p>Internetrecherche</p> <p>Lerneinheit zu Ebola oder ein anderes Virus als Beispiel für Vektoren</p> <p>Referate zu versch. Gentechniken; synthetische Organismen (DFG, Leopoldina)</p> <p>Materialien [7, 8, 9, 10]</p>

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
ca. 3 Ustd./7 Ustd.	<p>für unterschiedliche Einsatzziele und bewerten sie (B3, B4).</p> <p>recherchieren Unterschiede zwischen embryonalen und adulten Stammzellen und präsentieren diese unter Verwendung geeigneter Darstellungsformen (K2, K3).</p> <p>stellen naturwissenschaftlich-gesellschaftliche Positionen zum therapeutischen Einsatz von Stammzellen dar und beurteilen Interessen und Folgen ethisch (B3, B4).</p> <p>In diesem Zusammenhang (Stammzellen) kann der GK die gleichlautenden Kompetenzen erwerben.</p>	Diskussion ethischer Aspekte (z.B. STARK Gruppendifkussion zu genetisch veränderten Lebensmitteln)

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen: Selbstevaluationsbogen zum SI-Vorwissen (unbenotet);

Strukturlegetechnik (gentechnische Arbeitsmethoden)

Leistungsbewertung: Klausur

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/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.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5646	Lernaufgabe zur Stammbaumanalyse
5	http://www.mallig.eduvinet.de/bio/Repetito/Banaly1.html	Interaktiver Online-Selbstlernkurs zur Stammbaumanalyse
6	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.
7	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.
8	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.
9	https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/bio/gym/bp2004/fb4/2_gen/zirkel/09_stat_4b/	Innerhalb dieses Lernzirkels können unterschiedliche Methoden der Gentechnik (u.a. <i>Agrobacterium tumefaciens</i> , BT-Mais, Knockout-Organismen, gv-Lachs und die angesprochene RNA-Interferenz an Stationen erarbeitet werden.
10	https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/biologie_ibbp/agboehmer/lehre/gentechnik/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: 19.02.2019

Q1: Inhaltsfeld: IF 5 Ökologie

Grundkurs und Leistungskurs

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

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Umweltfaktoren und ökologische Potenz
- Dynamik von Populationen
- Stoffkreislauf und Energiefluss
- Fotosynthese
- Mensch und Ökosysteme (Schwerpunkt: aquatische Systeme)

Basiskonzepte:

Basiskonzept System

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

Basiskonzept Struktur und Funktion

Chloroplast, ökologische Nische, ökologische Potenz, Populationsdichte

Basiskonzept Entwicklung

Sukzession, Populationswachstum, Lebenszyklusstrategie

Unterrichtsvorhaben IV:**Thema/Kontext:** Autökologische Untersuchungen – *Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf das Vorkommen von Arten?***Inhaltsfeld:** IF 5 Ökologie**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Umweltfaktoren und ökologische Potenz

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- 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
- E3 mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten
- 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
- E7 naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
SI-Vorwissen		Strukturlegetechnik: Fachbegriffe Ökologie aus der Sek I Selbstständiges Aufarbeiten des Basiswissens.
<p>Abiotische Umweltfaktoren – <i>Welchen unbelebten Einflüssen ist das Leben ausgesetzt</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Temperatur (RGT) • Wasser • stenök, euryök, ökologische Potenz, Toleranzbereich 	<p>zeigen den Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von Bioindikatoren und der Intensität abiotischer Faktoren in einem beliebigen Ökosystem auf (UF3, UF4, E4)</p> <p>planen ausgehend von Hypothesen Experimente zur Überprüfung der ökologischen Potenz nach dem Prinzip der Variablenkontrolle nehmen kriterienorientiert Beobachtungen und Messungen vor und deuten die Ergebnisse (E2-5, K4)</p>	<p>Auswertung von Diagrammen unter Anwendung der Fachsprache (z. B. Forelle vs. Karpfen: Natura)</p> <p>Exkursionen in den Schulgarten; Arbeiten am Schulteich</p> <p>(LK) evtl. (GK) Temperatur- oder Wasserorgel (Mehlwürmer, Keimungsversuch mit Kresse auf Objektträger)</p> <p>Fachbegriffe und Redemittel zur Beschreibung von Diagrammen werden gefestigt (SHN).</p> <p>Gesetz des Minimums nach Liebig wird besprochen.</p> <p>Ethische Aspekte beim Experimentieren mit lebenden Tieren werden erörtert / erfahrbar gemacht.</p>

<p>Anpassungen der Arten – <i>Wie erreichen die Arten eine Anpassung?</i> z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Angepasstheiten an kalte Temperaturen bei gleichwarmen/wechselwarmen Tieren • Anpassungen von Wüstentieren • Wasserhaushalt und Anpassung von Pflanzen • Wüstenpflanzen, Transpiration, Spaltöffnungsregulation 	<p>erläutern die Aussagekraft von biologischen Regeln (u. a. tiergeographische Regeln) und grenzen diese von naturwissenschaftlichen Gesetzen ab (E7, K4).</p> <p>untersuchen das Vorkommen, die Abundanz und die Dispersion von Lebewesen eines Ökosystems im Freiland (E1, E2, E4)</p>	<p>Experimente zu BERGMANN und ALLEN: Pellkartoffel-, Löffelversuch</p> <p>Lehrfilm „Leben von Tieren im Winter“ oder Cornelsen (2009) Gruppenpuzzle zum abiotischen Faktor Temperatur (RTT)</p> <p>evtl. Mikroskopie von Fertigpräparaten (Angepasstheiten an Feuchtigkeit [z. B. Blattquerschnitte]) Experimente zur Evaporation</p> <p><i>z. B. Rasenfläche der Schule, Ufervegetation der Erft, Schuttfläche in der Nähe der Schule wird abgemessen</i></p> <p>Modellversuche als Reduktion werden kritisch auf die Anwendbarkeit auf Lebewesen hin bewertet.</p> <p>Entscheidende Zelltypen in Blättern und ihre Morphologie wird auf ihre Funktionen hin interpretiert.</p> <p>Versuche zur Evaporation werden durchgeführt (evtl. auch geplant und als Wettbewerb durchgeführt)</p> <p><i>Pflanzen werden anhand von Bestimmungsbüchern bestimmt und quantitativ systematisch erfasst.</i></p>
--	--	--

<p>Fotosynthese - Von welchen Faktoren ist die Fotosyntheserate abhängig?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Licht • Temperatur • CO₂ • Photochemische Reaktion • Calvin-Zyklus 	<p>erläutern den Zusammenhang zwischen Fotoreaktion und Synthesereaktion und ordnen die Reaktionen den unterschiedlichen Kompartimenten des Chloroplasten zu (UF1, UF3)</p> <p>analysieren Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen abiotischen Faktoren (E5)</p> <p>Oben genannte Kompetenzen können im GK ebenfalls erworben werden.</p> <p>leiten aus Forschungsexperimenten zur Aufklärung der Fotosynthese zu Grunde liegende Fragestellungen und Hypothesen ab (E1, E2, UF2, UF4)</p> <p>erläutern mithilfe einfacher Schemata das Grundprinzip der Energieumwandlung in den Fotosystemen und den Mechanismus der ATP-Synthese (K3, UF1)</p>	<p>Aufgabenzusammenstellung Botanik (RTT)</p> <p>Modell zur Fotosynthese „Baustelle“ (MAS)</p> <p>Klassische Experimente der Fotosynthese mit Chloroplasten / Thylakoiden auswerten (Engelmann, Blackmann, Trebst)</p> <p>Tracer-Methode / Dichtegradientenzentrifugation aus EF werden reaktiviert.</p> <p>Chromatographie von Blattfarbstoffen</p> <p>Untersuchungsmethoden werden auf ihre Verwertbarkeit hin überprüft.</p>
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Selbstevaluation am Ende der Unterrichtsreihe anhand der „Kompetenzen“-Seite im Schulbuch <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bewertete Rückmeldung zu schriftlichen Bearbeitungen div. Aufgaben und der Experimente • Teil einer Klausur; ggf. andere Form der schriftlichen Leistungsüberprüfung 		

Unterrichtsvorhaben V: Thema/Kontext: Unterrichtsvorhaben V: Synökologie I – Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?		
Inhaltsfeld: IF 5 Ökologie		
Inhaltliche Schwerpunkte: <ul style="list-style-type: none"> • Dynamik von Populationsgrößen 		Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler können ... <ul style="list-style-type: none"> • E6 Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen • K4 sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.
Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Biotische Umweltfaktoren – <i>Welchen belebten Einflüssen ist das Leben ausgesetzt?</i> <ul style="list-style-type: none"> • Parasiten • Symbionten • Konkurrenten • Fressfeinde 	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)	Arbeitssteilige Gruppenarbeit (RTT) Über die Fressfeinde wird der Übergang zu den LOTKA-VOLTERRA-Regeln gebildet.

<p>Populationsdynamik – <i>Sind Populationsgrößen konstant?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • LOTKA-VOLTERRA-Regeln • Fressfeinde • Koexistenz und Konkurrenzschlussprinzip • ökologische Nische • Populationsdichte • Populationswachstum 	<p>beschreiben die Dynamik von Populationen in Abhängigkeit von dichteabhängigen und dichteunabhängigen Faktoren (UF1),</p> <p>untersuchen die Veränderungen von Populationen mit Hilfe von Simulationen auf der Grundlage des Lotka-Volterra-Modells (E6)</p> <p>erklären mithilfe des Modells der ökologischen Nische die Koexistenz von Arten (E6, UF1, UF2)</p> <p>leiten aus Daten zu abiotischen und biotischen Faktoren Zusammenhänge im Hinblick auf zyklische und sukzessive Veränderungen (Abundanz und Dispersion von Arten) sowie K- und r-Lebenszyklusstrategien ab (E5, UF1, UF2, UF3, K4, UF4)</p>	<p>Simulation der Fressfeind-Beute-Beziehung (Spiel oder Computersimulation mit z. B. den Tieren/Organismen Gras, Hase und Fuchs; Blattlaus und Marienkäfer) (SHN)) → Klett</p> <p>Zum Populationswachstum: Aufgabe zum Baumwollwurm (RTT)</p> <p>Zum Konkurrenzschlussprinzip: Aufgabe „Fußballrasen“ (RTT)</p> <p>z. B. Borkenkäferbefall in Sachsen 2003 Netz: Interpretation von Daten mit Rückschlüssen auf Populationsgrößen</p> <p>z. B. Freilandversuch mit Hasen und Kojoten-Material Schroedel Linder (2006) Kritik an den LOTKA-VOLTERRA-Regeln</p> <p>Diagrammanalyse/ Interpretation werden eingeübt.</p> <p>Bottom up und Top down Regulation von Populationsgrößen werden einbezogen</p>
---	---	---

<p>Umweltschutz - <i>Welche Probleme entstehen durch die moderne Landwirtschaft?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Schädlingsbekämpfung 	<p>diskutieren Konflikte zwischen der Nutzung natürlicher Ressourcen und dem Naturschutz (B2, B3)</p> <p>vergleichen das Lotka-Volterra-Modell mit veröffentlichten Daten aus Freilandmessungen und diskutieren die Grenzen des Modells</p>	<p>s. o. Baumwollwurm</p> <p>Denkmal Film: „Monsanto“ (SHN)</p> <p>Daten aus dem Netz oder Rodalia/ Wollschildlaus in Orangenplantagen Pflanzenschutz als Erweiterung der ökologischen Potenz einer Nutzpflanze wird in vielen Anwendungsvariationen vorgestellt und ihre Wirkung auch unter</p> <p>Voraussetzungen für die Anwendbarkeit der LVR werden formuliert</p>
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Selbstevaluation am Ende der Unterrichtsreihe mit Hilfe des Buches. <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • ggf. Klausur; ggf. andere Form der schriftlichen Leistungsbewertung 		

Unterrichtsvorhaben VI:

Thema/Kontext: Unterrichtsvorhaben VI: Synökologie II – Welchen Einfluss hat der Mensch auf globale Stoffkreisläufe und Energieflüsse?

Inhaltsfeld: IF 5 Ökologie

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Stoffkreislauf und Energiefluss

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
- **E6** Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen
- **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

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p>Energiefluss und Stoffkreisläufe - <i>Warum ist hoher Fleischkonsum ökologisch bedenklich?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Energiepyramide • Stoffkreislauf 	<p>stellen energetische undstoffliche Beziehungen verschiedener Organismen unter den Aspekten von Nahrungskette, Nahrungsnetz und Trophieebene formal, sprachlich und dar (K1, K3)</p> <p>entwickeln Handlungsoptionen für das eigene Konsumverhalten und schätzen diese unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit ein (B2, B3).</p>	<p>Auswertung/Erstellung von Pyramidendarstellungen und Stoffkreisläufen Einstieg über „Die großen Fische fressen die kleinen“ von Pieter Bruegel, 1557 (Dr. Rütten) oder "silent spring"</p> <p>Kohlenstoffkreislauf Expertenpuzzle (SHN)</p> <p>Schülervortrag: Beispiele von "Umweltzertifikaten" mit Recherche im Netz, evtl. Verpackungen aus dem Supermarkt Bioakkumulation von PCB, Quecksilber oder DDT werden über die Energiepyramide erklärt.</p> <p>Die Wechselwirkung von abiotischen und biotischen Faktoren auf die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre wird klar herausgearbeitet.</p> <p>Zertifikate werden auf ihre Wirksamkeit zum Erreichen des Ziels Nachhaltigkeit hin überprüft.</p>
<p>Anthropogene Umweltfaktoren - <i>Wie beeinflusst der Mensch Atmosphäre, Wasser und Boden?</i></p>	<p>präsentieren und erklären auf der Grundlage von Untersuchungsdaten die Wirkung von anthropogenen Faktoren auf ausgewählte Stoffkreisläufe (K3, UF1)</p> <p>Kompetenz kann ebenfalls im GK erworben werden (nur ein Stoffkreislauf)</p>	<p>Beispiel Brandrodung (C-Kreislauf) oder Düngung (N-Kreislauf)</p> <p>Quelle und Senke (source, sink) als Begriffe Gesetz des Minimums wird für die Erklärung herangezogen</p> <p>Die Folgen der Veränderung der Stoffverteilung wird differenziert analysiert (kurzfristig lokal, langfristig global, wirtschaftlich und sozial)</p>
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Selbstevaluation am Ende der Unterrichtsreihe mit Hilfe des Buches <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • ggf. Klausur; ggf. andere Form der schriftlichen Leistungsbewertung 		

Unterrichtsvorhaben VII:

Thema/Kontext: Unterrichtsvorhaben VII: Zyklische und sukzessive Veränderung von Ökosystemen – Welchen Einfluss hat der Mensch auf die Dynamik von Ökosystemen?

Inhaltsfeld: IF 5 Ökologie

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Mensch und Ökosysteme

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- **UF2** zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden
- **K4** sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen
- **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

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p>Ökosystem See - <i>Welchen Einfluss hat der Mensch auf die Dynamik von Ökosystemen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • See im Jahresverlauf • Sukzession; Verlandung eines Sees • Neobiota 	<p>entwickeln aus zeitlich - rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1, E5)</p> <p>recherchieren Beispiele für die biologische Invasion von Arten und leiten Folgen für das Ökosystem ab (K2, K4)</p>	<p>Lehrfilm (USB-Stick)</p> <p>Experiment zur Seezirkulation (KAU) Arbeitsblatt „Anomalie des Wassers“ (MAS))</p> <p>Beispiel: Marienkäfer (RTT)</p> <p>Expertenpuzzle mit Materialrecherche Neobiota: Bsp. Nutzpflanzen und Tiere werden den "Schädlingen" gegenübergestellt. Die Folgen der Biomanipulation innerhalb des Systems und der angrenzenden Gebiete werden kritisch betrachtet.</p> <p>Die Definition von Neobiota werden geklärt und Chancen und Risiken bewertet</p>
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Selbstevaluation am Ende der Unterrichtsreihe mit Hilfe des Buches <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • ggf. Klausur; ggf. andere Form der schriftlichen Leistungsbewertung 		

Q2: Inhaltsfeld: IF 6 Evolution

Grundkurs und **Leistungskurs**

- **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:

- **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. 32 Std. à 45 Minuten

Zeitbedarf: ca. 50 Std. à 45 Minuten

Unterrichtsvorhaben I:

Thema/ Kontext I: Evolution in Aktion - *Welche Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel?*

Inhaltsfelder: Evolution**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- [Entwicklung der Evolutionstheorie](#)
- Grundlagen evolutiver Veränderung
- Artbegriff und Artbildung
- Stammbäume (Teil1)

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 in 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.

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i> inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
--	--	--

Welche genetischen Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel?

- genetische Grundlagen des evolutiven Wandels
- Grundlagen biologischer Anpasstheit
- Populationen und ihre genetische Struktur

beschreiben Einordnung – binäre Nomenklatur (UF1, UF4).

erläutern den Einfluss der Evolutionsfaktoren (Mutation, Rekombination, Selektion, Gendrift) auf den Genpool der Population (UF4, UF1).

Bausteine für **advance organizer** (Advance organizer wird aus vorgegebenen Bausteinen zusammengesetzt).
Materialien zur genetischen Variabilität und ihren Ursachen (Auswertung als concept map).
Beispiel: Hainschnirkelschnecken

Lerntempoduett zu abiotischen Selektionsfaktoren (Das Spiel wird durchgeführt und ausgewertet; eine Reflexion wird vorgenommen).
Beispiel: Birkenspanner, Kerguelen-Fliege

Evtl. **Gruppengleiches Spiel** zur Selektion oder **Modellversuche** zur Selektion und zur Gendrift
Grippeviren und ihre Anpasstheit
Beispiel: [Evolution von HA/NS - Evolution of life](#)

Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen?

- Isolationsmechanismen
- Artbildung und biologischen Artbegriff

erklären Modellvorstellungen zu allopatrischen und sympatrischen Artbildungsprozessen an Beispielen (E6, UF1).

kurze **Informationstexte** zu prä- und postzygotische Isolationsmechanismen Cornelsen (2009) als **Expertenpuzzle** Sicherung über **Begriffsnetz**
Ein zoologisches oder ein botanisches Beispiel pro Isolationsmechanismus werden verteilt.
Eine tabellarische Übersicht wird erstellt und eine Artbildung wird entwickelt.

Unterschiede zwischen sympatrischer und allopatrischer Artbildung werden anhand von Isolationsmechanismen erläutert.

Karten mit Fachbegriffen
evtl. Strukturlegetechnik

<p><i>Welche Ursachen führen zur großen Artenvielfalt?</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Adaptive Radiation	<p>stellen den Vorgang der adaptiven Radiation unter dem Aspekt der Anpasstheit dar (UF2, UF4).</p> <p>beschreiben Biodiversität auf verschiedenen Systemebenen (genetische Variabilität, Artenvielfalt, Vielfalt der Ökosysteme) (UF1 - 4)</p>	<p>Bilder und Texte zum Thema „Adaptive Radiation der Darwinfinken“ o. Ä.</p> <p>Ein Konzept zur Entstehung der adaptiven Radiation als Folge sympatrischer Artbildung wird entwickelt.</p> <p>Recherche: Wüsten, Korallenriffe, Hochmoore, Alme, Urwald o. Ä. mit ihren typischen Organismen</p>
---	---	--

<p><i>Welche Ursachen führen zur Coevolution und welche Vorteile ergeben sich?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Coevolution • Selektion und Anpassung 	<p>wählen angemessene Medien zur Darstellung von Beispielen zur Coevolution aus Zoologie und Botanik aus und präsentieren Beispiele (K3, UF2).</p> <p>belegen an Beispielen den aktuellen evolutionären Wandel von Organismen (u.a. mithilfe von Auszügen aus Gendatenbanken) (E2, E5).</p>	<p>Texte und Schemata zur Kosten-Nutzen-Analyse am Beispiel einer coevolutiven Beziehung</p> <p>mediengestützte Präsentationen Anhand einer selbst gewählten medialen Darstellung werden verschiedene Beispiele der Coevolution präsentiert und dem Kriterienkatalog entsprechend beurteilt.</p> <p>Beispiel: Ameisenkolonie/Schnecke und co.</p> <p>Kriterienkatalog zur Beurteilung von Präsentationen Beispiel: Polymorphismus bei Hainbänderschnecken, Verkleinerung der Körpergröße bei Ostseefischen o. Ä.</p>
---	---	---

Wie lassen sich die evolutiven Mechanismen in einer Theorie zusammenfassen?

- Synthetische Evolutionstheorie (LK) im historischen Diskurs

stellen die Synthetische Evolutionstheorie zusammenfassend dar (UF2, UF4).

grenzen die Synthetische Theorie der Evolution gegenüber nicht naturwissenschaftlichen Positionen zur Entstehung von Artenvielfalt ab und nehmen zu diesen begründet Stellung

stellen Erklärungsmodelle für die Evolution in ihrer historischen Entwicklung und die damit verbundenen Veränderungen des Weltbildes dar (E7)

Strukturlegetechnik zur synthetischen Evolutionstheorie evtl. moderiert (eine vollständige Definition der Synthetischen Evolutionstheorie wird erarbeitet).

Die Faktoren, die zur Entwicklung der Evolutionstheorie führten, werden mithilfe einer Textsammlung aus Schulbüchern kritisch analysiert.

<p><i>Was deutet auf verwandtschaftliche Beziehungen von Lebewesen hin?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • (LK) Verwandtschaftsbeziehungen von Arten • Belege für die Evolution • konvergente und divergente Entwicklung • (LK) Stellenäquivalenz 	<p>erstellen und analysieren Stammbäume anhand von Daten zur Ermittlung der Verwandtschaftsbeziehungen von Arten</p> <p>stellen Belege für die Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie (u. a. Molekularbiologie) adressatengerecht dar (K1, K3).</p> <p>analysieren molekulargenetische Daten und deuten diese im Hinblick auf die Verbreitung von Allelen und Verwandtschaftsbeziehungen von Lebewesen (E5, E6).</p> <p>deuten Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Merkmalen von Organismen zum Beleg konvergenter und divergenter Entwicklungen (E5, UF3).</p>	<p>Pferde-, Elefanten, Kamel oder Walevolution</p> <p>Wirbeltierstammbäume Belege, die diese Stammbäume stützen werden benannt und auf den Theoriencharakter hingewiesen.</p> <p>Abbildungen vergleichen von Beispielen konvergenter divergenter Entwicklung und Homologien. Definitionen werden anhand der Abbildungen entwickelt oder an Texten erarbeitet und an konkreten Beispielen angewendet.</p> <p>Arbeitsteilige Gruppenarbeit Texte und Abbildungen zu verschiedenen Untersuchungsmethoden: DNA-DNA-Hybridisierung Aminosäure- und DNA-Sequenzanalysen, etc. Die unterschiedlichen Methoden werden analysiert und vor dem Kurs präsentiert. Klassische Beispiele: Maulwurf v. Maulwurfsgrille etc.</p> <p>Stellenäquivalenz als Ergebnis der Selektion und somit Ursache phänotypische Ähnlichkeit werden aufgezeigt. Bsp. Kolibri/Rauchschwalbe</p>
---	---	--

<p><i>Wie lassen sich Verwandtschaftsverhältnisse ermitteln und systematisieren?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Homologien • Grundlagen der Systematik 	<p>entwickeln und erläutern Hypothesen zu phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Homologien (E3, E5, K1, K4).</p> <p>beschreiben die Einordnung von Lebewesen mithilfe der Systematik und der binären Nomenklatur (UF1, UF4).</p>	<p>Daten und Abbildungen zu morphologischen Merkmalen der Wirbeltiere und der Unterschiede. Daten werden ausgewertet und Stammbäume erstellt.</p> <p>Ergebnisse/Daten von molekulargenetischer Analysen. Die Aussagekraft unterschiedlicher evolutionäre Belege werden erörtert.</p> <p>Bilder und Texte zu Apomorphien und Plesiomorphien und zur Nomenklatur. Archäopteryx als Beispiel für einen Mosaikorganismus oder Ginkgo als missing link werden besprochen.</p> <p>Lernplakat mit Stammbaumentwurf</p>
--	--	---

Diagnose von Schülerkompetenzen:

- **KLP-Überprüfungsform: „Darstellungsaufgabe“** (*concept map, advance organizer*), Erstellen eines Fragenkatalogs zur Fremd- und Selbstkontrolle

Leistungsbewertung:

- **KLP-Überprüfungsform: „Beurteilungsaufgabe“**
- **Ggf. Klausur**

Unterrichtsvorhaben II:

Thema/Kontext: Evolution von Sozialstrukturen – *Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?*

Inhaltsfeld: Evolution

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Evolution und Verhalten

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- **UF2** zur Lösung von biologischen Problemen zielführend 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.
- **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.

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i> inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
---	--	--

Wie lässt sich der Sexualdimorphismus anhand der Evolutionstheorie erklären?

- 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 Sexualdimorphismus (Aussehen, Verhalten: z. B. Gesänge, Sozialverhalten). Das Phänomen Sexualdimorphismus wird visuell vermittelt.

Informationstexte (von der Lehrkraft ausgewählt)

- zu Beispielen aus dem Tierreich und
- zu ultimativen Erklärungsansätzen bzw. Theorien (Gruppenselektionstheorie und Individualselektionstheorie)

Ggf. **Powerpoint-Präsentationen mit Beobachtungsbogen**
Präsentationen werden inhalts- und darstellungsbezogen evaluiert.

Welche Bedeutung haben unterschiedliche Sozial- und Paarsysteme?

- Paarungssysteme
- Brutpflege (LK)
- Habitatwahl
- Altruismus (LK)
Kooperation

analysieren anhand von Daten die evolutionäre Entwicklung von Sozialstrukturen (Paarungssysteme, Habitatwahl) unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (E5, UF2, UF4, K4).

Die genannte Kompetenz kann im GK ebenfalls erworben werden.

Daten aus der Literatur zum Gruppenverhalten und Sozialstrukturen von Schimpansen, Gorillas und Orang-Utans (vgl. Schroedel grüne Reihe).

Lebensgemeinschaften werden anhand von wissenschaftlichen Untersuchungsergebnissen und grundlegenden Theorien analysiert.

Altruismus, Kooperation bei evtl. eusozialen Insekten oder Nacktmullen oder Infantizid bei Löwen o. Ä. als **arbeitsteilige Gruppenarbeit**.

Evolutiongestützte Erklärungshypothesen werden veranschaulichend dargestellt.

Präsentation

Ergebnisse werden vorgestellt und seitens der SuS inhalts- und darstellungsbezogen beurteilt.

Diagnose von Schülerkompetenzen: Strukturlegetechnik

Leistungsbewertung: **KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“**; ggf. Klausur

Unterrichtsvorhaben III:

Thema/ Kontext: Humanevolution – *Wie entstand der heutige Mensch?*

Inhaltsfeld: Evolution**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Evolution des Menschen
- Stammbäume (Teil 2)

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.

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Mensch und Affe – wie nahe verwandt sind sie?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Primatenevolution 	<p>ordnen den modernen Menschen kriteriengeleitet Primaten zu (UF3).</p> <p>entwickeln und erläutern Hypothesen zu phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Homologien (E3, E5, K1, K4).</p> <p>erstellen und analysieren Stammbäume anhand von Daten zur Ermittlung von Verwandtschaftsbeziehungen von Arten (E3, E5).</p>	<p>verschiedene Entwürfe von Stammbäumen der Primaten basierend auf anatomisch-morphologischen Belegen, DNA-Sequenzanalyse verschiedener Primaten. Daten werden analysiert, Ergebnisse ausgewertet und Hypothesen diskutiert. Auf der Basis der Ergebnisse wird ein präziser Stammbaum erstellt.</p>

<p><i>Wie erfolgte die Evolution des Menschen?</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Hominidenevolution• Wechselwirkung der biologischen und kulturelle Evolution des Menschen• <i>Homo sapiens sapiens</i> und Neandertaler	<p>diskutieren wissenschaftliche Befunde (u.a. Schlüsselmerkmale) und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch-konstruktiv (K4, E7, B4).</p>	<p>Schülerreferate zu fossilen und rezenten Hinweisen zur Evolution des Menschen (evtl. basierend auf Artikeln aus Fachzeitschriften)</p> <p>Exkursion zum Neandertalmuseum: vorher oder danach werden Vorträge und vor der Lerngruppe gehalten oder als Expertenpuzzle nachbereitet</p> <p>Evtl. Kugellager als Gruppe mit dem Material des Neandertal-Museums zu Schlüsselereignissen der Hominidenevolution.</p> <p>Multiregionale vs. Out of Africa Hypothese wird vorgestellt. mtDNA-Sequenzvergleich: Neandertaler, Jetztmensch. Grüne Reihe Schroedel.</p> <p>Mögliche Veränderungen der bestehenden Theorien durch aktuelle Untersuchungsergebnisse werden betont.</p>
--	--	--

<p><i>Wodurch lässt sich die Abstammung des Menschen biologisch nachvollziehen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Verwandtschaftsbeziehung der Hominini 	<p>stellen Belege für die Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie (u.a. Molekularbiologie) adressatengerecht dar. (K1, K3).</p> <p>erklären mithilfe molekulargenetischer Modellvorstellungen zur Evolution der Genome die genetische Vielfalt der Lebewesen. (K4, E6).</p> <p>diskutieren wissenschaftliche Befunde und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch- konstruktiv (K4, E7).</p>	
<p><i>Wie lässt sich Rassismus biologisch widerlegen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Menschliche Rassenbegriffe früher und heute 	<p>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)</p>	<p>Texte zu historischem und gesellschaftlichem Missbrauch de Rassebegriffs anhand von kommentierten Originaltexten. Argumente werden mittels Belegen aus der Literatur identifiziert erarbeitet und quellenkritisch diskutiert.</p>
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> Strukturlegetechnik <u>Leistungsbewertung:</u> ggf. Klausur</p>		

Q2: Inhaltsfeld: IF 4 Neurobiologie

Grundkurs und **Leistungskurs**

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

Entwicklung

Neuronale Plastizität

Unterrichtsvorhaben IV

Thema/Kontext: Molekulare und zellbiologische Grundlagen der neuronalen Informationsverarbeitung
 – *Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und organisiert?*

Inhaltsfeld: Neurobiologie

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Aufbau und Funktion von Neuronen
- Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung (Teil 1)
- Methoden der Neurobiologie (Teil 1)

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.
- **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
- **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, Arbeitsergebnisse und Erkenntnisse adressatengerecht sowie formal, sprachlich und fachlich korrekt in Kurzvorträgen oder kurzen Fachtexten darstellen

**Sequenzierung:
 Fragestellungen
 inhaltliche Aspekte**

Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans
 Die Schülerinnen und Schüler ...

**Didaktisch-methodische Anmerkungen und
 Empfehlungen**

Vorwissen aus der Jgst. 9

Reizreaktionskette wird als Fließdiagramm dargestellt

- Schülerversuch: Hände gegenseitig abklatschen oder Lineal fangen

<p><i>Wie sind Neuronen aufgebaut und wie erfolgt die Weiterleitung der Information?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Funktion von Neuronen • Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung (Teil 1) • Methoden der Neurobiologie (Teil 1) 	<p>beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1)</p> <p>erklären Ableitungen von Potentialen mittels Messelektroden an Axon und Synapse und werten Messergebnisse unter Zuordnung der molekularen Vorgänge an Biomembranen aus (E5, E2, UF1, UF2)</p> <p>leiten aus Messdaten der Patch-Clamp-Technik Veränderungen von Ionenströmen durch Ionenkanäle ab und entwickeln dazu Modellvorstellungen (E5, E6, K4)</p> <p>erklären die Weiterleitung des Aktionspotentials an myelinisierten Axonen (UF1)</p> <p>vergleichen die Weiterleitung des Aktionspotentials an myelinisierten und nicht myelinisierten Axonen miteinander und stellen diese unter dem Aspekt der Leitungsgeschwindigkeit in einen funktionellen Zusammenhang (UF2, UF3, UF4)</p>	<p>Bestandteile eines Interneurons werden gezeichnet, Ruhepotential am Axon als Voraussetzung für Reizweiterleitung wird erläutert.</p> <ul style="list-style-type: none"> • GIDA DVD u./ o. Cornelsen: schematische Darstellungen der Spannungsunterschiede an der Membran • Infotext mit Diagrammen zur Spannungsmessung an der Nervenzellmembran <p>Bedeutung der Patch-Clamp-Technik bei der Aufklärung der neuronalen Vorgänge betonen, Grenzen bei der Anwendung aufzeigen</p> <p>Weiterleitung des Aktionspotentials wird als Fließdiagramm dargestellt. Daran werden die Wirkweisen von Synapsengiften erläutert.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Infotext bzw. Abbildungen, evtl. Knetmodelle oder Comic <p>Alles- oder- Nichts – Prinzip der Weiterleitung des Aktionspotentials wird erläutert.</p> <p>Einfluss der Struktur auf die Funktion der Weiterleitungsgeschwindigkeit und dadurch begrenzte Höchstgeschwindigkeit wird erklärt</p> <p>Vergleich der Leitungsgeschwindigkeiten von Neuronen bei Weichtieren und Säugern</p> <ul style="list-style-type: none"> • evtl. anhand von Funktionsmodellen (Strohalm/Dominostein) oder mit GIDA Animation die saltatorische Signalübertragung erläutern <p>Schematische Abbildung einer Synapse, Synapsengifte</p>
--	--	--

	<p>erläutern die Verschaltung von Neuronen bei der Erregungsweiterleitung und der Verrechnung von Potentialen mit der Funktion der Synapsen auf molekularer Ebene (UF1, UF3)</p> <p>dokumentieren und präsentieren die Wirkung von endogenen und exogenen Stoffen auf Vorgänge am Axon, der Synapse und auf Gehirnareale an konkreten Beispielen (K1, K3, UF2)</p> <p>erklären Wirkungen von exogenen Substanzen auf den Körper und bewerten mögliche Folgen für Individuum und Gesellschaft (B3, B4, B2, UF4)</p> <p>leiten Wirkungen von endo- und exogenen Substanzen (u.a. von Neuroenhancern) auf die Gesundheit ab und bewerten mögliche Folgen für Individuum und Gesellschaft (B3, B4, B2, UF2, UF4)</p> <p>erklären die Rolle von Sympathikus und Parasympathikus bei der neuronalen und hormonellen Regelung von physiologischen Funktionen an Beispielen (UF4, E6, UF2, UF1)</p> <p>stellen das Prinzip der Signaltransduktion an einem Rezeptor anhand von Modellen dar (E6, UF1, UF2, UF4)</p>	<p><u>Erarbeitung der Signalverarbeitung und Folgen der Verrechnung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Funktionsmodell der Signalverarbeitung (Sammlung) unter Veränderung der Verschaltungskombinationen. Am Modell werden die Folgen der Verrechnung dargestellt und interpretiert. <p><u>Wirkung exogener bzw. endogener Stoffe auf den Körper und Gesundheit:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Recherchearbeit mit Gruppenpräsentationen evtl. als Plakat • Präsentationen mit Beiträgen aus dem Netz: z. B. Endorphin wird Morphin gegenübergestellt • Beiträge aus dem Netz zur Wirkung von Neuroenhancern als Bsp. Methylphenidat, Metoprolol o.Ä. <p>Herstellung, Wirkung, gesetzliche Regelung (Betäubungsmittelgesetz) Abbau, Suchtpotenzial werden beschrieben (evtl. Erfahrungsbericht)</p> <p>Ergebnisse werden bewertet auf Wirksamkeit auf der Molekülebene, unerwünschte Nebenwirkungen, kurzfristigen und langfristigen Folgen auf unmittelbar Betroffene und ihr Umfeld betrachtet. Prävention, Hilfsansätze und deren Wirksamkeit werden vorgestellt.</p> <p>Die Notwendigkeit des Gleichgewichts mit einem Bild, Spruch etc. werden vorgestellt. Erfolgreiche Strategien werden diskutiert und vorgestellt.</p> <p>Abbildungen zu second-messenger werden koloriert</p> <p>Signalverstärkungsstrukturen werden benannt und beschrieben.</p>
--	---	--

Unterrichtsvorhaben V:

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

Inhaltsfeld: Neurobiologie

Inhaltliche Schwerpunkte:

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

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- **E6** Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen.
- **K3** biologische Sachverhalte, Arbeitsergebnisse und Erkenntnisse adressatengerecht sowie formal, sprachlich und fachlich korrekt in Kurzvorträgen und kurzen Fachtexten darstellen.

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p>Wie entsteht aus der Erregung einfallender Lichtreize ein Sinneseindruck im Gehirn?</p> <p>Leistungen der Netzhaut</p> <p>Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung (Teil 2)</p>	<p>stellen den Vorgang von der durch einen Reiz ausgelösten Erregung von Sinneszellen bis zur Entstehung des Sinneseindrucks bzw. der Wahrnehmung im Gehirn unter Verwendung fachspezifischer Darstellungsformen in Grundzügen dar (K1, K3)</p> <p>erläutern den Aufbau und die Funktion der Netzhaut unter den Aspekten der Farb- und Kontrastwahrnehmung (UF3, UF4)</p> <p>stellen die Veränderungen der Membranspannung an Lichtsinneszellen anhand von Modellen dar und beschreiben die Bedeutung der Reaktionskaskade bei der Fototransduktion (E6, E1)</p>	<p>Fließdiagramm der beteiligten Strukturen und deren Funktion der Reizumwandlung werden erstellt.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Video-Clips aus dem Netz zur Funktionsweise des Auges <p>Strukturelle Ursachen der Täuschungen werden unterschieden.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Optische Täuschungen: vgl. Escher, Vexierbilder, Stroop-Test, Gorilla auf dem Basketball-Feld • SchülerInnen-Versuch über Nachbilder und Hermann-Gitter o.Ä. <p>Buch: Schematische Abbildungen von Zellstrukturen und Spannungsveränderungen als Vorlage: Farbtafeln zur Rot-Grün-Blindheit, Nachbilder, Hermann-Gitter o.Ä.</p> <p>Visuelle Phänomene werden den Veränderungen der Zellstrukturen zugeordnet. Über Anwendungen im Alltag wird gefestigt.</p> <p>In einer Wirkkette werden die Strukturen für die Signalverstärkung hervorgehoben. Bsp.: Verkehrsschilder, Werbung, Schminke etc. werden auf ihre Wirkung hingewiesen</p>
<p>Diagnose von Schülerkompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kompetenzraster ausfüllen lassen <p>Leistungsbewertung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • angekündigte Kurztests, ggf. Klausur 		

Unterrichtsvorhaben VI:

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

Inhaltsfeld: Neurobiologie

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung (Teil 3)
- Plastizität und Lernen
- [Methoden der Neurobiologie \(Teil 3\)](#)

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können ...

- **UF4** bestehendes Wissen aufgrund neuer biologischer Erfahrungen und Erkenntnisse modifizieren und reorganisieren.
- **K2** in vorgegebenen Zusammenhängen kriteriengeleitet biologische-technische Fragestellungen mithilfe von Fachbüchern und anderen Quellen bearbeiten.
- **K3** biologische Sachverhalte, Arbeitsergebnisse und Erkenntnisse adressatengerecht sowie formal, sprachlich und fachlich korrekt in Kurzvorträgen und kurzen Fachtexten darstellen.
- **B4** [Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen mit Bezug auf die Zielsetzungen der Naturwissenschaften darstellen.](#)

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Thema/Kontext: Aspekte der Hirnforschung – Welche Faktoren beeinflussen unser Gehirn?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung (Teil 3) • Plastizität und Lernen • Methoden der Neurobiologie (Teil 3) 	<p>ermitteln mithilfe von Aufnahmen eines bildgebenden Verfahrens Aktivitäten verschiedener Gehirnareale (E5, UF4)</p> <p>stellen Möglichkeiten und Grenzen bildgebender Verfahren zur Anatomie und zur Funktion des Gehirns (PET und fMRT) gegenüber und bringen diese mit der Erforschung von Gehirnabläufen in Verbindung (UF4, UF1, B4)</p> <p>stellen aktuelle Modellvorstellungen zum Gedächtnis auf anatomisch-physiologischer Ebene dar (K3, B1)</p>	<p>Es werden lediglich die Gehirnareale identifiziert, aber nicht auf das Zustandekommen eingegangen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Präsentation • Beschreiben bildgebender Verfahren <p>markierte Gehirnregionen werden identifiziert und Aktivitäten zugeordnet.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Buch <i>Natura</i> (2015): PET und fMRT- Darstellungen mit unterschiedlichen Aktivitätsmuster <p>Beide Methoden (PET und fMRT) und deren Einsatz in der Diagnostik sowie Risiken für den Patienten werden erörtert.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informationsblätter, Bücher und Informationen aus dem Netz (Stangl) zu Mehrspeichermodellen: aus Markowitsch (2003) vgl. Abiturvorgaben 2017 • evtl. Referat oder Film zu Eric Kandel: <i>Aplysia</i>, Neuronenwachstumsfaktor <p>Mappingtechniken anwenden:</p> <p>Belege zu den Modellen werden anhand von Diagrammen widerlegt/bestätigt. Versuchsaufbau und die Interpretation wird kritisch beleuchtet.</p> <p>Gemeinsamkeiten der Modelle (z. B. Grundprinzip: Enkodierung – Speicherung – Abruf) und Unterschiede (Rolle und Speicherung im Kurz- und Langzeitgedächtnis) werden herausgestellt. Möglichkeiten und Grenzen der Modelle werden herausgearbeitet.</p>

	<p>erklären die Bedeutung der Plastizität des Gehirns für ein lebenslanges Lernen (UF4)</p> <p>erklären den Begriff der Plastizität anhand geeigneter Modelle und leiten die Bedeutung für ein lebenslanges Lernen ab (E6, UF4)</p> <p>recherchieren und präsentieren aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu einer degenerativen Erkrankung (K2, K3)</p>	<p>Einfluss von Stress, Schlaf bzw. Ruhephasen, Versprachlichung, Wiederholung auf den Lernerfolg werden erläutert.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informationstexte zu Mechanismen der neuronalen Plastizität vs. neuronalen Plastizität in der Jugend und im Alter • Ein Schülerreferat mit Schwerpunkt auf zellbiologischem Kontext: Alzheimer, Parkinson, multiple Sklerose o.Ä.
<p>Diagnose von Schülerkompetenzen: Selbstevaluation im Kompetenzraster Leistungsbewertung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Präsentation der Rechercheergebnisse • ggf. angekündigte Kurztests; ggf. Klausur 		