https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-s-ii/gymnasiale-oberstufe/biologie/hinweise-und-beispiele/

Inhaltsfeld 3: Genetik

Unterrichts-vorhaben	Thema	Vorschlag zu inhaltlichen Schwerpunkten	Stunden
I	Proteinbiosynthese – *Wie steuern Gene die Ausprägung von Merkmalen, welche Konsequenzen haben Veränderungen der genetischen Strukturen für einen Organismus und welche regulatorischen Proteine und Prozesse kontrollieren die Genexpression?*	Proteinbiosynthese, Genregulation	25/49
II	Humangenetische Beratung – *Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf?*	Meiose, Rekombination Analyse von Familienstammbäumen, Stammzellen, Bioethik, Gentechnik, Gentechnologie	15/26
		Summe =	40/75

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

Unterrichtsvorhaben I

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

Inhaltsfeld 3: Genetik

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Proteinbiosynthese
- Genregulation

Zeitbedarf:

ca. 25 Ustd. à 45 Minuten (Grundkurs)

ca. 49 Ustd. à 45 Minuten (Leistungskurs)

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können…

- **E3** mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten,
- **E6** Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen,
- **UF1** biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.
- **UF4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.

Sequenzierung: ***Fragestellungen*** **inhaltliche Aspekte**	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** Verbindliche Absprachen im Fettdruck
Welcher chemische Bestandteil der Chromosomen ist der Träger der Erbinformation? • Bakterien und Viren • Aufbau und Struktur der DNA (Wh.) *Wie wird die DNA im Labor vervielfältigt?* • semikonservative Replikation (Wh.) • PCR ca. 8 Ustd. / 12 Ustd.	erläutern molekulargenetische Verfahren (u.a. PCR, Gelektrophorese) und ihre Einsatzgebiete (E4, E2, UF1)	Historischer Einstieg in das Inhaltsfeld Genetik über GRIFFITH und AVERY sowie HERSHEY und CHASE [1] • Problematisierung: DNA oder Protein als Träger der Erbinformation? • Auswertung der Versuche und Wiederholung der molekularen Struktur von DNA und Proteinen In diesem Kontext kann auch folgende Kompetenz erworben werden: Die SuS begründen die Verwendung bestimmter Modellorganismen (u.a. *E.coli*) für besondere Fragestellungen genetischer Forschung. (E6, E3) Betrachtung einer bakteriellen Wachstumskurve • Problematisierung durch Wechsel der Systemebenen: Zellverdopplung/DNA-Verdopplung • Wiederholung der semikonservativen Replikation, Vertiefung (Replikationsblase, beteiligte Enzyme) Einblick in die Forschung: • Entwicklung der PCR als Werkzeug zur Vervielfältigung von DNA-Proben auf Grundlage des Replikationsmechanismus
Wie steuern Gene die Ausprägung von Merkmalen? • Ein-Gen-ein-Polypeptid-Hypothese	reflektieren und erläutern den Wandel des Genbegriffs. (E7)	Historischer Zugang über Alkaptonurie (Hypothese von GARROD) und / oder das Experiment von BEADLE und TATUM • Definition des Genbegriffs In diesem Kontext kann auch folgende Kompetenz erworben werden: Die SuS reflektieren und erläutern den Wandel des Genbegriffs (E7).

Sequenzierung: ***Fragestellungen*** **inhaltliche Aspekte**	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** Verbindliche Absprachen im Fettdruck
• Proteinbiosynthese • Mechanismus der Transkription	erläutern wissenschaftliche Experimente zur Aufklärung der Proteinbiosynthese, generieren Hypothesen auf der Grundlage der Versuchspläne und interpretieren die Versuchsergebnisse (E3, E4, E5).	Analyse der Experimentalreihe zur Aufklärung der Proteinbiosynthese in vitro (benötigte Komponenten: Ribosomen, mRNA, tRNA, Aminosäuren) [2] Modellhafte Erarbeitung der Grundschritte der Proteinbiosynthese (z. B. Einsatz eines dynamischen Funktionsmodells). • Nachvollzug des Ablaufs der Transkription anhand einer Animation [3] • Erwerb detaillierter Fachkenntnisse zum Ablauf der Transkription (z.B. Funktion der RNA-Polymerase, Start- und Stoppsignal, Erkennen der Transkriptionsrichtung; noch keine umfassende Betrachtung der Transkriptionsfaktoren) mit dem Ziel einer fachsprachlich angemessenen Präsentation des Vorgangs.
• Genetischer Code o Aufklärung o Eigenschaften	benennen Fragestellungen und stellen Hypothesen zur Entschlüsselung des genetischen Codes auf und erläutern klassische Experimente zur Entwicklung der Code-Sonne (E1, E3, E4). erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Genmutationen / Mutationstypen (UF1, UF2).	Analyse der Experimente von NIRENBERG zur Entschlüsselung des genetischen Codes nach dem naturwissenschaftlichen Weg der Erkenntnisgewinnung [4] Erarbeitung der Eigenschaften des genetischen Codes → Anwendung der Codesonne
• Mechanismus der Translation		Erwerb von detaillierten Fachkenntnissen zum Vorgang der Translation Mögliche Vertiefung: Inhibitoren der prokaryotischen PBS als Antibiotika

Sequenzierung: ***Fragestellungen*** **inhaltliche Aspekte**	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** Verbindliche Absprachen im Fettdruck
• Vergleich der Proteinbiosynthese bei Prokaryonten und Eukaryonten • RNA-Prozessierung ca. 8Ustd. / 10 Ustd.	vergleichen die molekularbiologischen Abläufe in der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten (UF1, UF3).	Tabellarischer Vergleich der Vorgänge bei der Proteinbiosynthese von Prokaryonten und Eukaryonten (Kompartimentierung, Introns/Exons, Prozessierung, Spleißen, Capping, Tailing, Aufbau der Ribosomen. alternatives Spleißen und posttranslationale Modifikationen)
Wie wirken sich Veränderungen im genetischen Code aus? • Genmutationen • Genwirkketten *Wodurch entstehen Mutationen?* • Mutagene	erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Genmutationen / Mutationstypen (UF1, UF2). erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp (u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4)	Rückbezug auf Alkaptonurie o. a. genetisch bedingte Erkrankung, um zu Mutationen überzuleiten. • Mutationsanalyse auf Genebene • Sequenzanalyse nach SANGER als Methode zur Ermittlung von Basenabfolgen Klassifizierung der Mutationstypen, hier insbesondere der Genmutationen: • Punktmutation (stumm, missense, nonsense), • Rasterschubmutation (Deletion, Insertion) z. B. am Beispiel der unterschiedlichen Möglichkeiten einer Mutation, die zur genetisch bedingten Erkrankung „Retinopathia pigmentosa“ führen [5] Erarbeitung der Auswirkungen von Genmutationen auf den Organismus (z.B. bei Retinopathia pigmentosa) und auf Genwirkketten (am Beispiel des Phenylalanin-stoffwechsels - CORNELSEN S. 144) Untersuchung des Einflusses von Mutagenen auf die Entstehung von Mutationen Erläuterung des Test-Ansatzes und Diskussion der Ergebnisse eines AMES-Tests sowie der Eignung dieses Verfahrens zur Beurteilung des mutagenen Potentials einer Substanz

Sequenzierung: ***Fragestellungen*** **inhaltliche Aspekte**	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** Verbindliche Absprachen im Fettdruck
• Protoonkogene und Tumor-Suppressorgene ca. 5 Ust. / 15 Ust.	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). erklären mit Hilfe von Modellen genregulatorische Vorgänge bei Eukaryoten (E6).	In diesem Kontext kann der GK die gleichlautende Kompetenz erwerben. 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“ [6] Mögliche Abschlussdiagnose: Vertiefung der Fachkenntnisse z. B anhand einer Lernaufgabe zu „Mondscheinkindern“, Schwerpunkte: „Mutagene“, „Analyse der Mutation“ und „Störung von Reparaturmechanismen“
Wie wird die Bildung von Proteinen bei Prokaryoten reguliert? • Tryp-Operon • Lac-Operon	erläutern und entwickeln Modellvorstellungen auf der Grundlage von Experimenten zur Aufklärung der Genregulation bei Prokaryoten (E2, E5, E6)	Erarbeitung der Endprodukthemmung • AB Bakterienwachstum auf Tryptophan • Veranschaulichung anhand eines Funktionsmodells Erarbeitung der Substratinduktion • AB Bakterienwachstum auf Glucose bei späterer Zugabe von Lactose Übertragung des Funktionsmodells auf Substratinduktion Kennzeichnung beider Regulationstypen als negative Kontrolle Erarbeitung eines Beispiels für positive Kontrolle • AB Bakterienwachstum auf Glucose bei gleichzeitiger Anwesenheit von Lactose [7]

Sequenzierung: ***Fragestellungen*** **inhaltliche Aspekte**	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** Verbindliche Absprachen im Fettdruck
Wie wird die Bildung von Proteinen bei Eukaryoten reguliert? • Transkriptionsebene • DNA-Methylierung • Translationsebene RNA-Interferenz ca. 4 Ustd. / 12 Ustd.	erläutern die Bedeutung der Transkriptionsfaktoren für die Regulation von Zellstoffwechsel und Entwicklung (UF1, UF4) erklären mit Hilfe von Modellen genregulatorische Vorgänge bei Eukaryoten (E6) erläutern epigenetische Modelle zur Regulation des Zellstoffwechsels und leiten Konsequenzen für den Organismus ab (E6)	Herausstellung des Silencer- und Enhancer-Prinzips bei Transkriptionsfaktoren • Die Benennung der einzelnen Transkriptionsfaktoren ist nicht erforderlich. • Hier bietet sich eine erneute Thematisierung der Rolle von p53 als Wächter des Genoms an In diesem Kontext kann der Grundkurs auch folgende Kompetenz erwerben: Die SuS erklären einen epigenetischen Mechanismus als Modell zur Regelung des Zellstoffwechsels (E6). Erarbeitung der Methylierung von DNA als Grundlage für das Verständnis epigenetischer Vorgänge, z. B. mithilfe folgender Materialien: • Video „Epigenetik – Änderungen jenseits des genetischen Codes“ [8] • Artikel in Max-Wissen [9] Einstieg: Video „Gene zum Schweigen gebracht“ [10] Erarbeitung: Einsatz der RNA-Interferenz in der Gentechnik an einem Beispiel (Amflora oder Anti-Matsch-Tomate) • Lernzirkel „Gentechnik bei Pflanzen und Tieren“, Station 4a und 4b [11] • Materialien zur Anti-Matsch-Tomate [12]

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

Leistungsbewertung:
ggf. 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	https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/biologie/artikel/eiweisssynthese	Schematische Abbildung des in vitro-Experiments
3	GIDA Molekulare Genetik - Proteinbiosynthese	Leicht verständliche Animationen und aufbereitetes Arbeitsmaterial. Eingestellt bei www.edmond-nrw.de zum kostenlosen Download.
4	http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/material/Modul%201/Mod_1_AB_5.pdf	vgl. 1
5	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5649	Lernaufgabe „Genmutationstypen am Beispiel der Krankheit Retinopathia pigmentosa"
6	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5648	Lernaufgabe „Tumore: Zellen außer Kontrolle – Welchen Einfluss haben Gene auf die Entstehung von Krebs?“
7	http://molgen.biologie.uni-mainz.de/Downloads/PDFs/Grundpraktikum/transkription2-2017.pdf	Sehr umfassender Überblick über sowohl die negative als auch die positive Kontrolle des Lac-Operons mit zahlreichen Animationen, historischen Bezüge und weiterführenden Fragen.
8	https://www.youtube.com/watch?v=xshPL5hU0Kg	Das Video zeigt sowohl die DNA-Methylierung als auch die Acetylierung der Histone und definiert, was unter Epigenetik zu verstehen ist.
9	https://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/5540?print=yes	Der Artikel in Max-Wissen fasst auch für Schülerinnen und Schüler sehr verständlich DNA-Methylierung und Acetylierung der Histone zusammen.
10	https://www.spektrum.de/alias/videos-aus-der-wissenschaft/gene-zum-schweigen-gebracht-der-faszinierende-mechanismus-der-rna-interferenz/1155469	Das Video zeigt, wie die RNA-Interferenz an der Genregulation beteiligt ist und wie die Kenntnisse über den Mechanismus gentechnisch angewendet werden kann.

11	https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/bio/gym/bp2004/fb4/2_gen/zirkel/09_stat_4b/	Innerhalb dieses Lernzirkels können unterschiedliche Methoden der Gentechnik (u.a. *Agrobacterium tumefaciens*, BT-Mais, Knockout-Organismen, gv-Lachs und die angesprochene RNA-Interferenz an Stationen erarbeitet werden.
12	https://www.uni-muenster.de/imperia/md/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: 17.07.2018

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

Zeitbedarf:

ca. 15 Std. à 45 Minuten (Grundkurs)

ca. 26 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** Verbindliche Absprachen im Fettdruck
Wie bleibt der artspezifische Chromosomensatz des Menschen von Generation zu Generation erhalten? • Chromosomen • Meiose und Rekombinationsvorgänge • Chromosomen- und Genommutationen (hier z. B. Trisomie 21) ca. 3 Ustd. / 4 Ustd.	erläutern die Grundprinzipien der Rekombination (Reduktion und Neukombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung (UF4). erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp (u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4)	Möglicher Einstieg: Entwicklungszyklus des Menschen Klärung der Begriffe Haploidie und Diploidie sowie Bestimmung des Geschlechts anhand eines Karyogramms Wiederholung der Meiose und des Prinzips der interchromosomalen Rekombination [1, 2] Analyse einer Genommutation (z.B. Trisomie 21, Klinefelter- und Turnersyndrom) Veranschaulichung der Ursachen durch Fehler bei der Meiose eines Elternteils. Erweiterung auf Chromosomenmutationen (z. B. Translokationstrisomie, balancierte Translokationstrisomie, Mosaiktrisomie) [3, 4]
Wie lassen sich aus Familienstammbäumen Vererbungsmodi ermitteln? • Erbgänge und Stammbaumanalyse ca. 6 Ustd./ 6 UStd.	formulieren bei der Stammbaumanalyse Hypothesen zum Vererbungsmodus genetisch bedingter Merkmale (X-chromosomal, autosomal, Zweifaktorenanalyse; Kopplung, Crossing-over) und begründen die Hypothesen mit vorhandenen Daten auf der Grundlage der Meiose (E1, E3, E5, UF4, K4).	**Strategien zur fachsprachlich korrekten Auswertung von Stammbäumen werden an mehreren Beispielen im Unterricht eingeübt** [5, 6] Korrektur von möglichen Fehlvorstellungen der SuS zu der Beziehung zwischen dominanten und rezessiven Allelen
Wie lassen sich Merkmalsausprägungen erklären, die nicht auf die Mendelschen Regeln zurückzuführen sind? • Intrachromosomale Rekombination	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).	Zweifaktorenanalyse (dihybrider Erbgang) und Crossing-over am Beispiel Bluterkrankheit / Rot-Grün-Blindheit:

Sequenzierung: ***Fragestellungen*** **inhaltliche Aspekte**	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** Verbindliche Absprachen im Fettdruck
ca. 4 Ustd.	erläutern die Grundprinzipien der inter- und intrachromosomalen Rekombination (Reduktion und Neukombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung (UF4).	• Problematisierung der Grenzen und Ausweitung der Stammbaumanalyse (z. B. multiple Allele, variable Expressivität, polygen oder multifaktoriell bedingte Merkmale, Epistasie, extrachromosomale Vererbung), ggf. in kooperativer Erarbeitung
Wie können DNA-Proben in der Kriminalistik genutzt werden, um einen möglichen Täter zu identifizieren? • Genanalyse mit Short-Tandem-Repeat-Analyse (STR) *Wie können mithilfe dieser Verfahren genetisch bedingte Krankheiten zuverlässig diagnostiziert werden?*	erläutern molekulargenetische Verfahren (u.a. PCR, Gelelektrophorese) und ihre Einsatzgebiete (E4, E2, UF1).	Wiederholung der in UV I eingeführten molekulargenetischen Werkzeuge (PCR, Gelelektrophorese) anhand eines fiktiven Fallbeispiels zum genetischen Fingerabdruck Anwendung dieser Werkzeuge bei der Diagnostik verschiedener genetisch bedingter Krankheiten, z. B. • Chorea Huntington (STR-Analyse) CORNELSEN S. 178-180 inkl. Aufgaben • Cystische Fibrose (Sequenzanalyse, z. B. Fluoreszenzmethode) Ethische Aspekte können auch thematisiert werden. (CORNELSEN S. 181 Aufgabe 1-2) ggf. Exkursion in ein Schülerlabor → molekulargenetisches Praktikum In diesem Kontext können auch folgende Kompetenzen erworben werden: Die SuS geben die Bedeutung von DNA-Chips und Hochdurchsatz-Sequenzierung an und beurteilen / bewerten Chancen und Risiken. (B1, B3). Die SuS recherchieren Informationen zu humangenetischen Fragestellungen (u. a. genetisch

Sequenzierung: ***Fragestellungen*** **inhaltliche Aspekte**	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** Verbindliche Absprachen im Fettdruck
ca. 3 Ustd. / 5 Ustd. + ggf. Labortag		bedingten Krankheiten), schätzen die Relevanz und Zuverlässigkeit der Informationen ein und fassen die Ergebnisse strukturiert zusammen (K2, K1, K3, K4). ggf. weitere Anwendungsbeispiele für DNA-Analysen (z. B. genetischer Fingerabdruck)
Gentechnik: Welche therapeutischen Ansätze ergeben sich für durch Genmutationen bedingte Krankheiten? • Gentechnische Grundoperationen • Anwendungsbereiche	beschreiben molekulargenetische Werkzeuge und erläutern deren Bedeutung für gentechnische Grundoperationen (UF1).	Zunächst Erarbeitung grundlegender gentechnischer Verfahren am Beispiel der Gewinnung des Humaninsulins [7] An dieser Stelle können auch folgende Kompetenzen erworben werden: Die SuS stellen mithilfe geeigneter Medien die Herstellung transgener Lebewesen dar und diskutieren ihre Verwendung (K1, B3). Die SuS beschreiben aktuelle Entwicklungen in der Biotechnologie bis hin zum Aufbau von synthetischen Organismen in ihren Konsequenzen für unterschiedliche Einsatzziele und bewerten sie (B3, B4).
• Stammzellen • Ethische Bewertung	recherchieren Unterschiede zwischen embryonalen und adulten Stammzellen und präsentieren diese unter Verwendung geeigneter Darstellungsformen (K2, K3). stellen naturwissenschaftlich-gesellschaftliche Positionen zum therapeutischen Einsatz von Stammzellen dar und beurteilen Interessen und Folgen ethisch (B3, B4).	In diesem Zusammenhang kann der GK die gleichlautenden Kompetenzen erwerben. Materialien [8] Gruppenteilige Erarbeitung verschiedener weiterer therapeutischer Ansätze, z. B. • Verhinderung der Herstellung veränderter Proteine durch antisense-mRNA [9] • Einbringen des intakten Gens in die (Stamm-) Zellen des Patienten: somatische Gentherapie • Einbringen des intakten Gens in die Keimzellen:

Sequenzierung: ***Fragestellungen*** **inhaltliche Aspekte**	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** Verbindliche Absprachen im Fettdruck
ca. 3 Ustd./7 Ustd.		Keimbahntherapie Materialien u. a. zu den o. g. Aspekten [10] Diskussion ethischer Aspekte

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

Leistungsbewertung:

- ggf. 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.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/cms/zentralabitur-gost/faecher/getfile.php?file=4009	In Aufgabe 3, Material C der Beispielaufgabe 2017 NRW BI GK sind zwei unterschiedliche Formen der Trisomie 21 Ursache für eine Alzheimer-Demenz.
5	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5646	Lernaufgabe zur Stammbaumanalyse
6	http://www.mallig.eduvinet.de/bio/Repetito/Banaly1.html	Interaktiver Online-Selbstlernkurs zur Stammbaumanalyse
7	http://www.biologyjunction.com/ecoli%20insulin%20factory.pdf	Mit Papier und Schere werden die Schritte zur Insulinsynthese durch Bakterien modellhaft nachvollzogen. Die Anleitung ist in englischer Sprache.
8	https://www.stammzellen.nrw.de/	Umfangreiche Internetseite, enthält u.a. Kurzvideos zu verschiedenen Typen von Stammzellen, und Download-Material für die Durchführung von Diskursprojekten zu der Forschung an humanen embryonalen Stammzellen sowie zum therapeutischen Klonen.
9	https://www.apotheken-umschau.de/AMD	Verständliche Materialien zu Ursachen und Symptomen der Makula-degeneration
10	https://www.gensuisse.ch/de/gentechnik-folienset	18 farbige und illustrierte Folien vermitteln übersichtlich und fundiert die Grundlagen der Gentechnik und zeigen anschauliche und leicht verständliche Anwendungsbeispiele zu verschiedenen Themen. Zu jeder Folie gibt es einen erklärenden Begleittext mit aktuellen und weiterführenden Informationen. Folien und Begleittexte stehen einzeln oder im Set als praktische PDF-Dateien zum Ausdrucken zur Verfügung.

Letzter Zugriff auf die URL: 17.07.2018

https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-s-ii/gymnasiale-oberstufe/biologie/hinweise-und-beispiele/

Inhaltsfeld 5: Ökologie

Unterrichts-vorhaben	Thema	Vorschlag zu inhaltlichen Schwerpunkten	Stunden
I	Autökologische Untersuchungen - *Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf die Standortwahl und Angepasstheiten von Organismen?*	Umweltfaktoren und ökologische Potenz	12/20
II	Fotosynthese – *Wie wird Lichtenergie in eine für alle Lebewesen nutzbare Energie umgewandelt?*	Fotosynthese	14
III	Trophieebenen – *Was passiert mit der von den Pflanzen umgewandelten Energie?*	Stoffkreislauf und Energiefluss	4/6
IV	Populationsdynamik – *Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?*	Dynamik von Populationen	10/12
V	Veränderungen von Ökosystemen – *Welchen Einfluss haben anthropogene Faktoren auf ausgewählte Ökosysteme?*	Mensch und Ökosysteme	7/14
		Summe =	33/66

Basiskonzepte:

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

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

Entwicklung
Sukzession, Populationswachstum, Lebenszyklusstrategie

Unterrichtsvorhaben I

Thema/Kontext: Autökologische Untersuchungen - *Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf die Standortwahl und Angepasstheiten von Organismen?*

Inhaltsfeld 5: Ökologie

Inhaltlicher Schwerpunkt:

Umweltfaktoren und ökologische Potenz

Zeitbedarf:

ca. 12 UStd. à 45 Minuten (Grundkurs)

ca. 20 UStd. à 45 Minuten (Leistungskurs)

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können…

- **UF3** biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen.
- **E1** selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren.
- **E2** Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern.
- **E4** Experimente mit komplexen Versuchsplänen und –aufbauten mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien (Sicherheit, Messvorschriften, Variablenkontrolle, Fehleranalyse) durchführen.
- **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.
- **K4** sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen belegen bzw. widerlegen.

Sequenzierung: ***Fragestellungen*** **inhaltliche Aspekte**	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** Verbindliche Absprachen im Fettdruck
Wie können die Lebensprozesse in einem geschlossenen System aufrecht erhalten werden? • Grundlegende Zusammenhänge in einem Ökosystem (Wiederholung) o Biotop und Biozönose o Kreisläufe und Sukzession ca. 2 UStd.		Einführung am Beispiel „Ein Ökosystem im Glas“ • **Reaktivierung der Vorkenntnisse anhand eines Modells** (z. B. Flaschengarten, Ecosphere, Aquarium, Biosphere II…). • Erarbeitung und Veranschaulichung der ökologischen Grundprinzipien. • Diagnose des Grundverständnisses zum Aufbau und zur Regulation von Ökosystemen. [1] Vorstellung eines linearen Arbeitsplans (advance organizer): vgl. Reihenfolge der Unterrichtsvorhaben
Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf das Vorkommen von Arten? • Abiotischer Faktor Temperatur • Klimaregeln • Thermoregulation bei Poikilothermen und Homoiothermen	erläutern die Aussagekraft von biologischen Regeln (u.a. tiergeographische Regeln) und grenzen diese von naturwissenschaftlichen Gesetzen ab (E7, K4). entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1,E5)	Vertiefende Betrachtung des Umweltfaktors „Temperatur“ z. B. anhand der Frage: „Warum gibt es Eisbären, aber keine Eismäuse?“ • **Modellversuche zur Bergmannschen** und Allenschen **Regel** • Gegenüberstellung RGT-Regel und tiergeographische Regel • **Reflexion der naturwissenschaftlichen Prinzipien** (physikalisch und stoffwechselphysiologisch), Berechnung des Oberfläche-Volumen-Verhältnisses • Strategien zur Thermoregulation (Endo- und Ektothermie, Regelkreismodell) [2] • Vernetzung der Erkenntnisse zu den Angepasstheiten an die Jahreszeiten mit dem Konzept zu tiergeographischen Regeln und Ableitung grundlegender Prinzipien

Sequenzierung: ***Fragestellungen*** **inhaltliche Aspekte**	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** Verbindliche Absprachen im Fettdruck
• Toleranzbereiche ausgewählter Beispielorganismen (stenöke und euryöke Arten) ca. 6 UStd. / 10 UStd.	planen ausgehend von Hypothesen Experimente zur Überprüfung der physiologischen Toleranz nach dem Prinzip der Variablenkontrolle, nehmen kriterienorientierte Beobachtungen und Messungen vor und deuten die Ergebnisse (E2, E3, E4, E5, K4)	zunächst Auswertung von Diagrammen zur physiologischen Potenz verschiedener Arten nur im Einfaktoren-Experiment Temperaturorgelexperiment: Untersuchungen der Temperaturpräferenzen von Wirbellosen
Welchen Einfluss haben mehrere Umweltfaktoren auf die Existenz einer Art in einem Biotop? • Physiologische Potenz und Toleranzbereiche • Minimumgesetz • Bioindikatoren • Abiotischer Faktor Licht • Anpassungsmerkmale in der Blattmorphologie	zeigen den Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von Bioindikatoren und der Intensität abiotischer Faktoren in einem beliebigen Ökosystem (auf) (UF3, UF4, E4),	Betrachtung multifaktorieller Systeme, **Auswertung von Daten**, um die Interpretation von Toleranzkurven zu vertiefen: • (Temperatur/Licht) z. B. bei Laufkäfern (*Nebria brevicollis*) oder • (Temperatur/Feuchtigkeit) z. B. bei Kiefernspinnern Einsicht in das komplexe Zusammenwirken mehrerer Umweltfaktoren auf das Vorkommen einer Art Erklärung von Abweichungen in der Standortwahl bei multifaktorieller Betrachtung im Vergleich zur ermittelten physiologischen Potenz bei der Betrachtung nur eines einzigen Faktors • Minimumgesetz Auswirkungen des Umweltfaktors Licht auf die Flora eines Ökosystems: • Analyse der Verbreitung ausgewählter Schattenpflanzen (z. B. Sauerklee *Oxalis acetosella*). • Definition Bioindikatoren, vergleichende Betrachtung der Zeigerwerte, z. B. von Sauerklee: Tiefschattenpflanze mit

Sequenzierung: ***Fragestellungen*** **inhaltliche Aspekte**	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** Verbindliche Absprachen im Fettdruck
• Zeitlich-rhythmische Änderungen – Tagesgang der Transpiration unter verschiedenen Bedingungen ca. 4 UStd./ 8 UStd.	entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1, E5)	Lichtzahl 1 und Halbschattenpflanze Löwenzahn (Blattdimorphismus) mit Lichtzahl 7 • Recherche zu ausgewählten Bioindikatoren für andere abiotische Faktoren (z. B. Flechte, Brennnessel). • Morphologie von Licht- und Schattenblättern, z. B. o Löwenzahn, Buche (Fertigpräparate/Abbildungen) o Efeu (Frischpräparate) • Angepasstheiten in der Blattmorphologie an Wasser- und Temperaturbedingungen. • Das Blatt im Tagesverlauf: Interpretation der Transpirationsleistung unter unterschiedlichen Bedingungen. In diesem Kontext kann der Grundkurs auch folgende Kompetenzen erwerben: Die SuS analysieren Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen abiotischen Faktoren (E3). Die SuS erläutern den Zusammenhang zwischen Fotoreaktion und Synthesereaktion und ordnen die Reaktionen den unterschiedlichen Kompartimenten des Chloroplasten zu (UF1, UF3).

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:
- Schaubild zu den Zusammenhängen in einem Modellökosystem
- Protokolle

Leistungsbewertung:
- ggf. Klausur

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 17.10.201

Unterrichtsvorhaben II

Thema / Kontext: Fotosynthese – *Wie wird Lichtenergie in eine für alle Lebewesen nutzbare Energie umgewandelt?*

Inhaltsfeld 5: Ökologie

Inhaltlicher Schwerpunkt:

Fotosynthese (LK)

Zeitbedarf:

ca. 14 UStd. à 45 Minuten (Leistungskurs)

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können…

- **UF 1** biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.
- **E 1** selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren.
- **E 3** mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten.
- **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren.

Sequenzierung: ***Fragestellungen*** **inhaltliche Aspekte**	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** Verbindliche Absprachen im Fettdruck
Welche Bedingungen sind für eine optimale Fotosyntheserate förderlich? Abhängigkeit der Fotosynthese-Leistung von • Lichtstärke und –qualität (Absorptionsspektrum) • CO_2-Konzentration (Minimumgesetz) • Temperatur (RGT-Regel)	analysieren Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen abiotischen Faktoren (E3). leiten aus Forschungsexperimenten zur Aufklärung der Fotosynthese zu Grunde liegende Fragestellungen und Hypothesen ab (E1, E3, UF2, UF4).	Im Anschluss an die Betrachtung von Licht- und Schattenblättern (UV III) wird über die Fotosyntheseleistung von Licht- und Schattenpflanzen ein Einstieg in die Thematik „Fotosynthese“ geschaffen. „Aufhänger“ z. B.: Warum brauchen wir Gewächshäuser? Vor der Betrachtung des FS-Prozesses werden die ökologischen Bedingungen für die optimale FS-Leistung im Efeu-Experiment untersucht. [1] • Variablen: CO_2-Gehalt, Lichtstärke, Lichtqualität, Temperatur (enzymatischer Prozess) • Anfertigung von Versuchsprotokollen, Präsentation der Ergebnisse • ENGELMANNSCHER Bakterienversuch und EMERSON-Effekt
Wie wird Lichtenergie in eine für alle Lebewesen nutzbare Form der Energie umgewandelt? • Kompartimentierung • Fotoreaktion (Energieumwandlung) • Protonengradient • Synthesereaktion (wesentliche Schritte des Calvin-zyklus) • Assimilation ca. 14 UStd.	erläutern den Zusammenhang zwischen Fotoreaktion und Synthesereaktion und ordnen die Reaktionen den unterschiedlichen Kompartimenten des Chloroplasten zu (UF1, UF3). erläutern mithilfe einfacher Schemata das Grundprinzip der Energieumwandlung in den Fotosystemen und den Mechanismus der ATP-Synthese (K3, UF1).	Fokussierung auf den molekularen Mechanismus: Erarbeitung der Grundlagen von Fotoreaktion und Synthesereaktion [2] Fotoreaktion: • Grundprinzip der Energieumwandlung in den Fotosystemen, • Fotolyse des Wassers, HILL-Reaktion zur Aufklärung der Fotosynthesegleichung, • Protonengradient und die Bedeutung der Kompartimentierung, Erzeugung von ATP (JAGENDORF: Chemiosmose) und $NADPH+H^+$ (**Parallelen zur Atmungskette ziehen)** Synthesereaktion: • Tracerexperimente zur Aufklärung des Calvin-Zyklus • Calvinzyklus als Dreiphasenschema (Carboxylierung, Reduktion, Regeneration). • formales Endprodukt Glucose als Edukt für Energiegewinnung und Anabolismus (vernetzendes Lernen). • **CAM und/oder C4- Pflanzen**: Alternative Fotosynthesestrategien als Angepasstheit an Standortbedingungen (Recherche, Präsentation)

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen: Leistungsbewertung:

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 17.10.2018

Unterrichtsvorhaben III **Thema / Kontext:** Trophieebenen – *Was passiert mit der von den Pflanzen umgewandelten Energie?*	
Inhaltsfeld 5: Ökologie	
Inhaltlicher Schwerpunkt: Stoffkreislauf und Energiefluss **Zeitbedarf:** ca. 4 UStd. à 45 Minuten (Grundkurs) ca. 6 UStd. à 45 Minuten (Leistungskurs)	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können… • **K1** bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden. • **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren.

Sequenzierung: ***Fragestellungen*** **inhaltliche Aspekte**	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** Verbindliche Absprachen im Fettdruck
Was passiert mit der von den Pflanzen umgewandelten Energie? • Nahrungskette, Nahrungsnetz • Trophieebenen • Kohlenstoffkreislauf *Wer reguliert wen?* • Bottom up/Top down-Regulation ca. 4 UStd. / 6 UStd	stellen energetische und stoffliche Beziehungen verschiedener Organismen unter den Aspekten von Nahrungskette, Nahrungsnetz und Trophieebene formal, sprachlich und fachlich korrekt dar (K1, K3).	Bewusstmachung: Bedeutung der Fotosynthese für das Leben auf der Erde Schematische Darstellung einer Nahrungskette und eines komplexen Nahrungsnetzes Analyse von Schemata (Zahlen-, Biomasse-, Energiepyramiden), Einbahnstraße Energiefluss SuS differenzieren zwischen Kurz- und Langzeitkreislauf des Kohlenstoffs. AB Dreitank-Modell oder Originalpaper [1] mögliche Beispiele: Seesterne und Otter, Tanne, Wolf und Elch

Weiterführende Materialien:

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

Letzter Zugriff auf die URL: 17.10.2018

Unterrichtsvorhaben IV

Thema / Kontext: Populationsdynamik – *Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?*

Inhaltsfeld 5: Ökologie

Inhaltlicher Schwerpunkt:

Dynamik von Populationen

Zeitbedarf:

ca. 10 UStd. à 45 Minuten (Grundkurs)

ca. 12 UStd. à 45 Minuten (Leistungskurs)

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können…

- **UF2** zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden.
- **UF3** biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen.
- **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.
- **E6** Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder voraussagen.
- **E7** naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.
- **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren

Sequenzierung: ***Fragestellungen*** **inhaltliche Aspekte**	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** Verbindliche Absprachen im Fettdruck
Welche Bedingungen beeinflussen die unterschiedlichen Wachstumsraten von Populationen? • dichteabhängige/dichteunabhängige Faktoren • Populationsdichte • Lebenszyklusstrategie (K- und r-Strategie) ca.4 UStd.	beschreiben die Dynamik von Populationen in Abhängigkeit von dichteabhängigen und dichteunabhängigen Faktoren (UF1) leiten aus Daten zu abiotischen und biotischen Faktoren Zusammenhänge im Hinblick auf zyklische und sukzessive Veränderungen (Abundanz und Dispersion von Arten) sowie K- und r-Lebensstrategien ab (E5, UF1, UF2, UF3, UF4)	Analyse des Wachstums von z. B. Rentierpopulationen SuS benennen dichteunabhängige Faktoren (=abiotische Faktoren aus Unterrichtsvorhaben III) sowie dichteabhängige Faktoren anhand des Beispiels **Modellrechnungen** zum Wachstum von z. B. Kaninchenpopulationen und menschlicher Population SuS erklären den Unterschied zwischen exponentiellem und logistischem Populationswachstum. **Vergleichende Tabelle** zu K- und r-Strategien (Mensch/ Fuchs/Kaninchen) unter Berücksichtigung verschiedener Kriterien wie Lebensdauer, Populationsgröße, Nähe zur Kapazitätsgrenze, Brutpflege, Fortpflanzungshäufigkeit, Anzahl der Nachkommen, Größe der Nachkommenschaft
Welchen Einfluss haben andere Arten auf die Entwicklung einer Population? • Konkurrenz, Konkurrenzausschlussprinzip, Konkurrenzvermeidung • Koexistenz durch Einnischung	leiten aus Untersuchungsdaten zu intra- und interspezifischen Beziehungen (u.a. Parasitismus, Symbiose, Konkurrenz) mögliche Folgen für die jeweiligen Arten ab und präsentieren diese unter Verwendung angemessener Medien (E5, K3, UF1). erklären mit Hilfe des Modells der ökologischen Nische die Koexistenz von Arten (E6, UF1, UF2, K4).	Auswertung von Daten zur Populationsentwicklung z. B. von *Paramecium* im Laborversuch von GAUSE [1], alternativ: Kieselalgenversuch von TILMAN [2] a) bei Einzelkultur b) in gemeinsamer Kultur Die SuS leiten daraus selbständig eine Definition zur Konkurrenzvermeidung und zum Konkurrenzausschlussprinzip ab. Begriffsklärung ökologische Nische, ökologische und physiologische Potenz am Beispiel von Mischkulturen im Freiland (z. B. Versuche von BAZZAZ, AUSTIN mit verschiedenen Grasarten [3] bzw. Hohenheimer Grundwasserversuch von ELLERSBERGER [4])

• Räuber-Beute-Beziehungen • Parasitismus und Symbiose ca.6 UStd./ 8 UStd.	untersuchen die Veränderungen von Populationen mit Hilfe von Simulationen auf der Grundlage des Lotka-Volterra-Modells (E6). erläutern die Aussagekraft von biologischen Regeln (u.a. tiergeographische Regeln) und grenzen diese von naturwissenschaftlichen m Gesetzen ab (E7, K4) vergleichen das Lotka-Volterra-Modell mit veröffentlichten Daten aus Freilandmessungen und diskutieren die Grenzen des Modells (E6) 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).	**Analyse von Daten zur Populationsentwicklung** z. B. von Schneeschuhhase/Kanadaluchs und räuberische Milben /Pflanzenmilbe, 1. und 2. Lotka-Volterra Regel Analyse von Daten zu Freilandexperimenten, z. B. Fütterungsversuche von Schneeschuhhase mit und ohne Entfernung des Luchses Partnerarbeit: Analyse von Untersuchungsdaten zur Unterscheidung von Parasitismus und Symbiose an je einem Beispiel [5] Differenzierte Betrachtung und Vertiefung anhand von weiteren Beispielen, z. B. als Gruppenpuzzle mit Internetrecherche

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:
- Begriffliche Netzwerke
- Auswertung von Diagrammen
- **Präsentationen** nach vorgegebenen Kriterien

Leistungsbewertung:
- ggf. Klausur
- Bewertung von Schülervorträgen und Präsentationen nach vorgegebenen Kriterien
  mögliche Checkliste zur Beurteilung: http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialeintrag.php?matId=5003&marker=Referate

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	http://www.science-live-lemgo.de/paramecium.pdf	Arbeitsblatt mit Arbeitsaufträgen, die Homepage selbst bietet zahlreiche weitere Materialien zu verschiedenen Themen, u.a. Gruppenpuzzle und Mystery-Rätsel
2	http://www.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.4319/lo.1981.26.6.1020/pdf	Im Originalpaper finden sich auf S. 1025 links sowie auf S. 1027 oben die entsprechenden Wachstumskurven der Kieselalgen.
3	http://www.u-helmich.de/bio/oek/oek03/31-Konkurrenz/indexOek31.html	Enthält die Experimente von GAUSE und BAZZAZ.
4	http://www.mallig.eduvinet.de/bio/oekologi/ufaktor1.htm	Selbstlernprogramm zur Ökologie, enthält den Hohenheimer Versuch
5	Zentralabituraufgaben 2008 Bio-LK HT 3 und Bio-LK HAT 3 2013 NRW	Dort finden sich Untersuchungsdaten zu Symbiose und Parasitismus.

Letzter Zugriff auf die URL: 17.10.2018

Unterrichtsvorhaben V

Thema / Kontext: Veränderungen von Ökosystemen – *Welchen Einfluss haben anthropogene Faktoren auf ausgewählte Ökosysteme?*

Inhaltsfeld 5: Ökologie

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Mensch und Ökosysteme
- Stoffkreislauf und Energiefluss

Zeitbedarf:

ca. 7 UStd. à 45 Minuten (Grundkurs)

ca. 14 UStd. à 45 Minuten (Leistungskurs + Exkursion)

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können…

- **UF4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.
- **K2** zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen.
- **B1** fachliche, wirtschaftlich-politische und moralische Kriterien bei Bewertungen von biologischen und biotechnischen Sachverhalten unterscheiden und angeben
- **B2** Auseinandersetzungen und Kontroversen zu biologischen und biotechnischen Problemen und Entwicklungen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Entscheidungen auf der Basis von Sachargumenten vertreten.
- **B4** begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.
- **E4** Experimente und Untersuchungen zielgerichtet nach dem Prinzip der Variablenkontrolle unter Beachtung der Sicherheitsvorschriften planen und durchführen und dabei mögliche Fehlerquellen reflektieren.

Sequenzierung: ***Fragestellungen*** **inhaltliche Aspekte**	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** Verbindliche Absprachen im Fettdruck
Wie verändert das absichtliche oder unbeabsichtigte Einbringen von Neobiota ein bestehendes Ökosystem? • Neobiota • Schädlingsbekämpfung ca. 4 UStd. / 6 UStd. + ggf. Exkursionstag	recherchieren Beispiele für die biologische Invasion von Arten und leiten Folgen für das Ökosystem ab (K2, K4) untersuchen das Vorkommen, die Abundanz und die Dispersion von Lebewesen eines Ökosystems im Freiland (E1, E2, E4). untersuchen die Veränderungen von Populationen mit Hilfe von Simulationen auf der Grundlage des Lotka-Volterra-Modells (E6)	Recherche und Präsentationen zu ausgewählten Neobiota und ihrem Einfluss auf die Entwicklung von Ökosystemen, z. B.: Aga-Kröte im Victoria River, Forelle in Neuseeland, Zebramuscheln im Hudson River, Mungo auf Jamaika, Grauhörnchen in England / Italien, Buchsbaumzünsler, Riesenbärenklau, Goldrute Hier lässt sich die für den LK verpflichtende Freilandexkursion anbinden, mit Schwerpunkt auf Betrachtung eines Neobionten [1] Bewertung der Vor- und Nachteile verschiedener Schädlingsbekämpfungsmethoden, mögliche Beispiele: Aga-Kröte im Victoria River, Mungo auf Jamaika evtl. Diskussion über den Einsatz von Glyphosat im Zusammenhang mit chemischer Schädlingsbekämpfung: Lotka-Volterra-Regel 3 Bei Schädlingsbekämpfungsmethoden: mögliche Vertiefung oder Wiederholung aus der Genetik zu transgenen Pflanzen
Wie lassen sich wirtschaftliche Interessen und Naturschutz in Einklang bringen? • Aspekte der Nutzung von Waldflächen • Holz als Rohstoff und Energiequelle	präsentieren und erklären auf der Grundlage von Untersuchungsdaten die Wirkung von anthropogenen Faktoren auf ausgewählte globale Stoffkreisläufe (K1, K3, UF1)	Problemaufriss: Daten zum Anstieg der CO_2-Konzentration in der Atmosphäre in den letzten 100 Jahren [2] → Grund: u. a. Nutzung von Holz und fossilen Brennstoffen als Energiequelle, CO_2-Emissionen [3]

Sequenzierung: ***Fragestellungen*** **inhaltliche Aspekte**	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** Verbindliche Absprachen im Fettdruck
ca. 4 UStd.		In diesem Kontext können auch folgende Kompetenzen erworben werden: GK: Die SuS präsentieren und erklären auf der Grundlage von Untersuchungsdaten die Wirkung von anthropogenen Faktoren auf einen globalen Stoffkreislauf (K1, K3, UF1). Die SuS diskutieren Konflikte zwischen der Nutzung natürlicher Ressourcen und dem Naturschutz (B2, B3) Die SuS entwickeln Handlungsoptionen für das eigene Konsumverhalten und schätzen diese unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit ein (B2, B3) Erläuterung und Bewertung menschlicher Eingriffe in den natürlichen Kohlenstoffkreislauf und deren Folgen, z. B. Abholzung von Regenwäldern, Versauerung der Meere, Treibhauseffekt, Klimawandel Reflexion des Konsumverhaltens (z. B. Fleischkonsum, Energieverbrauch) bezüglich seiner globalen Auswirkungen Kriteriengeleitete Bewertung von Handlungsoptionen (persönlich und politisch) im Sinne der Nachhaltigkeit [4-7]
Welche Auswirkungen haben Eingriffe des Menschen in Ökosysteme auf deren natürliche Sukzession? • Sukzessionsstadien • Pioniergesellschaft • Folgegesellschaften	entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1, E5) leiten aus Daten zu abiotischen und biotischen Faktoren Zusammenhänge im Hinblick auf zyklische und sukzessive Veränderungen (Abundanz und	Sukzessionsstadien eines ausgewählten Ökosystems, z. B. • Folgen von (natürlicher oder menschlich bedingter) Entwaldung: Sukzessionsstadien eines mitteleuropäischen Waldes/Mosaikzyklen Hier evtl. Nutzung historischer Karten zur Besprechung der Entwicklung des Waldes in Mitteleuropa

Sequenzierung: ***Fragestellungen*** **inhaltliche Aspekte**	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** Verbindliche Absprachen im Fettdruck
• Klimaxgesellschaft ca. 3 UStd./4 UStd.	Dispersion von Arten) sowie K- und r-Lebensstrategien ab (E5, UF1, UF2, UF3, UF4)	• Folgen der Rodung des Regenwaldes für die Palmölgewinnung [8, 9] • Folgen von menschlich bedingten Umweltkatastrophen, z. B. der Sandoz-Katastrophe 1986 [10] Evtl. Rückbezug auf den Flaschengarten, der als Einstieg in die Ökologie genutzt wurde.

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

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

Leistungsbewertung:

- ggf. Klausur

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	http://li.hamburg.de/contentblob/8718964/e99c3924c7aca7074a05aaf67c94c8e1/data/downloadpdf-neophyten-infos-und-materialien.pdf	Informationen und Materialien rund um das Thema Neophyten
2	http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Kohlendioxid-Konzentration	Die Website gibt Informationen zur aktuellen Entwicklung des Kohlendioxid-Gehalts der Atmosphäre sowie zum Kohlendioxidgehalt in der frühen Atmosphäre. Sie enthält einige Grafiken zur Veranschaulichung, u.a. Daten der Messstation Mauna Loa, Hawaii, seit 1959.
3	https://www.pik-potsdam.de/forschung/klimawirkung-vulnerabilitat/projekte/projektseiten/pikee/links-1/Zusammenfassung%20aller%20Arbeitsblaetter.pdf	Sammlung von Arbeitsblättern zu Auswirkungen des Klimawandels auf Deutschland., S.213: Entwicklung der CO_2-Emissionen der vier globalen

		Hauptemittenten (1990–2013) in den Partnerstädten Bonn (Deutschland) und Chengdu (China)
4	http://www.globales-lernen-schule-nrw.de/fileadmin/user_upload/klp/Gesamtliste/Gesamtliste-Unterrichtsmodule-2017.pdf	Gesamtliste von Unterrichtsmaterialien für verschiedene Schulformen und Jahrgangsstufen, die sich mit dem Themengebiet „Nachhaltigkeit und Gerechtigkeit in einer globalen Welt“ auseinandersetzen. Hier findet man für das aktuelle Unterrichtsvorhaben u.a. Materialien zur Welternährung.
5	http://li.hamburg.de/publikationen/2817780/globales-lernen-hunger/	Das 52-seitige Heft aus der Reihe „Globales Lernen - Hamburger Unterrichtsmodelle zum KMK-Orientierungsrahmen Globale Entwicklung" beschäftigt sich mit den Folgen von Biosprit, Fleischkonsum und Klimawandel für die Welternährung. Es bietet neben Hintergrundinformationen viele praktische Arbeitshilfen: u.a. Lehrerbegleitmaterial, Planungsskizzen, Bewertungsbögen (auch zur Selbsteinschätzung) und Arbeitsblätter. Ergänzt wird das Heft durch eine DVD mit Materialien und Filmen. Bestellung oder kostenloser Download sind möglich.
6	https://www.fussabdruck.de/	Internetseite zur Berechnung des eigenen ökologischen Fußabdrucks mit individuellen Tipps zu nachhaltigerem Konsumverhalten
7	http://www.planet-schule.de/sf/multimedia-simulationen-detail.php?projekt=klima	Klimasimulation anhand von drei verschiedenen Gewichtungen von fossiler und erneuerbarer Energie beim zukünftigen Gesamtenergieverbrauch. Es lassen sich verschiedene Zeiträume von 1900 bis 2200 einstellen. Die Ergebnisse der Simulation werden anhand von drei Skalen visualisiert: Kohlendioxid-Konzentration, durchschnittliche Jahrestemperatur und Anstieg des Meeresspiegels. Die Ergebnisse lassen sich als Liniendiagramme aufrufen und ausdrucken.
8	https://utopia.de/ratgeber/bio-palmoel/	Diskussion: Bio-Palmöl als zertifizierte Zerstörung des Regenwaldes oder als echte Alternative? Informationen zu der Vielfalt an Produkten, die Palmöl enthalten
9	http://www.faz.net/aktuell/wissen/palmoel-der-regenwald-aufs-brot-geschmiert-13825085.html?printPagedArticle=true#pageIndex_0	Problematik der Zertifizierung vermeintlich nachhaltigen Anbaus von Palmöl, Problematik von nachhaltigen Alternativen
10	http://flussgebiete.hessen.de/fileadmin/dokumente/4_oeffentlichkeitsbeteiligung/111123reinhard.pdf	Präsentation über Ablauf und Folgen der Sandoz-Katastrophe 1986, mit Bildern (z. B. Unterwasseraufnahmen des Rheins vor und nach der Katastrophe), Gewässerschutzmaßnahmen als Konsequenz aus der Katastrophe

Letzter Zugriff auf die URL: 17.10.2018

Inhaltsfeld 6: Evolution

Unterrichts-vorhaben	Thema	Vorschlag zu inhaltlichen Schwerpunkten	Stunden
I	Evolution in Aktion – *Welche Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel?*	Grundlagen evolutiver Veränderung Artbegriff und Artbildung Stammbäume (Teil1)	12/16
II	Evolution von Sozialstrukturen – *Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?*	Evolution und Verhalten	8/14
III	Spuren der Evolution – *Wie kann man Evolution sichtbar machen?*	Evolutionsbelege	6/12
IV	Humanevolution – *Wie entstand der heutige Mensch?*	Evolution des Menschen Stammbäume (Teil 2)	8/14
		Summe =	34/56

Basiskonzepte:

System
Art, Population, Paarungssystem, Genpool, Gen, Allel, ncDNA, mtDNA, Biodivensität

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

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

Unterrichtsvorhaben I

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

Inhaltsfeld 6: Evolution

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Grundlagen evolutiver Veränderung
- Artbegriff und Artbildung
- Stammbäume (Teil1)

Zeitbedarf:

ca. 12 Std. à 45 Minuten (Grundkurs)

ca. 16 Ustd. à 45 Minuten (Leistungskurs)

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können …

- **UF1** biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.
- **UF3** biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen.
- **E7** naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen
- **K4** sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.

Statt der hier in Übereinstimmung mit dem Beispiel für einen schulinternen Lehrplan im Netz aufgeführten übergeordneten Kompetenzen können auch die folgenden übergeordneten Kompetenzen schwerpunktmäßig angesteuert werden: **UF1, E5, K3, UF2, UF4, E6**

Sequenzierung: ***Fragestellungen*** **inhaltliche Aspekte**	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** Verbindliche Absprachen im Fettdruck
Welche genetischen Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel? • Variabilität und Diversität	beschreiben Biodiversität auf verschiedenen Systemebenen (genetische Variabilität, Artenvielfalt, Vielfalt der Ökosysteme) (UF4, UF1, UF2, UF3). erklären mithilfe molekulargenetischer Modellvorstellungen zur Evolution der Genome die genetische Vielfalt der Lebewesen (K4, E6).	Einstieg: [1] GIDA – Artbildung – Film 1 (Mutation und Rekombination): dazu auch die Unterscheidung des Artbegriffs (biologisch, morphologisch, populationsgenetisch) Mutation und Rekombination (evtl. Abgrenzung zur Modifikation)
• Hardy-Weinberg-Gesetz	bestimmen und modellieren mithilfe des Hardy-Weinberg-Gesetzes die Allelfrequenzen in Populationen und geben Bedingungen für die Gültigkeit dieses Gesetzes an (E6).	Kurzer Exkurs zur Populationsgenetik: Hardy-Weinberg-Gesetz am Beispiel einer Pflanzenart CORNELSEN S. 243 oder der Hainbänderweinbergschnecke in Form von Modellen/Simulationen
• Fitness-Begriff	erläutern das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen (UF1, UF4).	Kurze Zusammenfassung des Fitnessbegriffs
• Evolutionsfaktoren: - Mutation - Rekombination - Selektion - Gendrift - Adaptation	erläutern den Einfluss der Evolutionsfaktoren (Mutation, Rekombination, Selektion, Gendrift) auf den Genpool einer Population (UF4, UF1).	Darwin's Selektionstheorie (kurz) Selektion [1 – als Einstieg-Film 2] (Formen der Selektion) am Beispiel vom Birkenspanner, mithilfe eines Selektionsspiels (Elefantenstoßzähne, Kabeljau: www.evolution-of-life.com). Unterschiedliche Selektionsformen kennen lernen – Farbverteilung von Schneckenhäusern Erarbeitung des Gendrifts am Beispiel der Eidechsen auf Capri oder Farbenblindheit der Einwohner der Insel Pingelap und Modellsimulation Adaptation (durch biotische (Mimese, Warntracht, Tarnung, Mimikry, Koevolution, Sexualdimorphismus) und abiotische Selektionsfaktoren (Kälte, Trockenheit, Dunkelheit)

Sequenzierung: ***Fragestellungen*** **inhaltliche Aspekte**	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** Verbindliche Absprachen im Fettdruck
Welche Ursachen führen zur Coevolution und welche Vorteile ergeben sich? • Coevolution	wählen angemessene Medien zur Darstellung von Beispielen zur Coevolution aus Zoologie und Botanik aus und präsentieren die Beispiele (K3, UF2).	Am Beispiel der Sternorchidee und dem Nachtfalter mit Modellierung von möglichen Bestäubern Brutparasitismus beim Kuckuck
Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen? • allopatrische und sympatrische Artbildung • Isolationsmechanismen	erklären Modellvorstellungen zu (u.a. allopatrische und sympatrische Artbildungsprozessen) an Beispielen (E6, UF1).	z.B.: - Raben- und Nebelkrähe, - Grau- und Grünspecht - neue Nischen, neue Arten? [2]
Welche Ursachen führen zu großer Artenvielfalt? • adaptive Radiation	stellen den Vorgang der adaptiven Radiation unter dem Aspekt der Angepasstheit dar (UF2, UF4).	z.B.: • Afrikanische Buntbarsche [3] • Darwinfinken (Arbeitsmaterial: Forschendes Lernen) [4] • Beuteltiere • Säugetiere
Wie lassen sich die evolutiven Mechanismen in einer Theorie zusammenfasen? • synthetische Evolutionstheorie	stellen die synthetische Evolutionstheorie zusammenfassend dar (UF2, UF4). grenzen die Synthetische Theorie der Evolution gegenüber nicht wissenschaftlichen Positionen zur Entstehung der Artenvielfalt ab und nehmen begründet Stellung (B2, B3, K4). stellen Erklärungsmodelle für die Evolution in ihrer historischen Entwicklung und die damit verbundenen Veränderungen des Weltbildes dar (E7).	zusammenfassende Darstellung von Evolution als Wandel von Genfrequenzen durch Einwirken von Evolutionsfaktoren in Form eines advanced Organizers, der über das UV immer weiter vervollständigt wird Rollenspiel/ Podiumsdiskussion zu verschiedenen Theorien (z.B. Kreationisten, Intelligent Design) Kurzporträts zu den Pionieren der Evolutionsforschung (z.B. Lamarck, Darwin, Wallace) und historisch bedingte Veränderung der Theorie

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

Leistungsbewertung:
ggf. Klausur

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://nrw.edupool.de/home?pid=c4nsdjan9uonee31meuag7u6s2&standort=W	EDMOND – GIDA Material zur Evolution mit Arbeitsblättern und Lehrerlösungen Filme kann man nach einer Anmeldung bei EDOMD online downloaden
2	Klett - NATURA – Lehrerband - Evolution – S.30- 31	Neue Nischen, neue Arten (Isolation) mit Lösungen
3	Klett - NATURA - Lehrerband - Evolution – S.34-35	afrikanische Buntbarsche mit Lösungen
4	Arbeitsmaterial von STROGIES	Darwinfinken auf Galapagos – Erarbeitung der adaptiven Radiation anhand eines erforschenden Lernens

Letzter Zugriff auf die URL: 17.07.2018

Unterrichtsvorhaben II

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

Inhaltsfeld 6: Evolution

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Evolution und Verhalten

Zeitbedarf:

ca. 8 Std. à 45 Minuten (Grundkurs)

ca. 14 Std. à 45 Minuten (Leistungskurs)

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können …

- **UF2** zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden.
- **UF4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.
- **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: ***Fragestellungen*** **inhaltliche Aspekte**	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** Verbindliche Absprachen im Fettdruck
Wie konnten sich Sexualdimorphismen im Verlauf der Evolution etablieren, obwohl sie bezogen auf die natürliche Selektion eher Handicaps, bzw. einen Nachteil darstellen? • Evolution der Sexualität • Sexuelle Selektion - Intersexuelle - Intrasexuelle • Reproduktive Fitness • Kooperation ca. 5 Ustd. / 8 Ustd.	erläutern das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen (UF1, UF4).	Evolution der Geschlechter [1] Analyse diverser Verhaltensweisen im Hinblick auf die Evolution von Sozialstrukturen • Intersexuelle und intrasexuelle Selektion [2] Erarbeitung der intersexuellen Selektion am Beispiel verschiedener Hypothesen (Gute-Gene-, Handicap- und Sexy-Son-Hypothese) [3] Anwendung: Beispiel der Handicap-Hypothese [4] Fitness – indirekte, direkte und Gesamtfitness Analyse von Beispielen - Evolution der Kooperation [5]
Wieso gibt es unterschiedliche Soziale- und Paarsysteme? • Paarungssysteme • Habitatwahl • Brutpflegeverhalten • Altruismus ca. 3 Ustd./ 6 UStd.	analysieren anhand von Daten die evolutionäre Entwicklung von Sozialstrukturen (Paarungssysteme, Habitatwahl) unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (E5, UF2, UF4, K4).	Paarungssysteme in Bezug auf die Fitnesssteigerung Paarungssysteme bei Primaten [6] Praktikum und Datenanalyse zur Evolution von Sozialstrukturen (Habitatwahl, Brutpflege, etc.) und Anwendung des Wissens am Beispiel der Heckenbraunelle [7] Altruismus am Beispiel der Vampire [8] [10] und Primaten [9] (Altruismus: Uneigennütziges Verhalten, bei dem ein Tier einem anderen hilft und dabei selbst keinen Vorteil hat)

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

Selbstlernkontrolle (Entwicklung von Sozial- und Paarungssystemen am Beispiel der Heckenbraunelle – Selbststudium)

Leistungsbewertung:

- ggf. Klausur

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	Schroedel - GRÜNE REIHE – Evolution S. 37	Hier werden die unterschiedlichen Formen der Sexualität erläutert und die Selektionsvorteile der Oogamie herausgestellt. **BATEMAN-Prinzip** Mit jedem zusätzlichen Paarungspartner steigt der Fortpflanzungserfolg der Männchen, aber nicht derjenige der Weibchen.
2	Klett - NATURA – Evolution S.56-57	Hier wird der Unterschied zwischen intersexueller und intrasexueller Selektion an Beispielen erläutert
3	https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/weibchenwahl/70446 (aufgerufen am 25.01.2019)	Die unterschiedlichen Hypothesen werden erklärt. Am besten für den Unterricht auf die drei angegeben Hypothesen reduzieren und ein eigenes Arbeitsblatt erstellen (hier gibt es auch die Möglichkeit ein Gruppenpuzzle vorzubereiten)
4	Schroedel - GRÜNE REIHE – Evolution S. 39	Die Handicap-Hypothese wird hier am Beispiel des Dreistachligen Stichlings erläutert
5	Schroedel - GRÜNE REIHE – Evolution S. 42-43	Kooperation zwischen Schimpansen, Symbiose, etc.
6	Schroedel - GRÜNE REIHE – Evolution S. 40-41	Hier werden die Unterschiede zwischen monogamen und polygamen Paarungssystemen erläutert und am Beispiel der Menschenaffen erklärt Aufgaben 1 und 2 auf S.41 zur Anwendung
7	Klett - NATURA – Evolution S.60-61	Gute Anwendungsaufgabe mit allen Inhalten zur Evolution von Sozialstrukturen (Lösungen im NATURA-Lehrerband auf S.56)
8	Klett - NATURA – Evolution S.64	Gegenseitigkeit bei Vampiren
9	Klett - NATURA – Evolution S.65	Gegenseitigkeit bei Primaten
10	Klett – NATURA – Lehrerband - Evolution S.59	Anwendungsaufgabe mit Lösungen – Vampire teilen Nahrung

Letzter Zugriff auf die URL: 25.01.2019

Unterrichtsvorhaben III **Thema / Kontext:** Spuren der Evolution – *Wie kann man Evolution sichtbar machen?*	
Inhaltsfeld 6: Evolution	
Inhaltliche Schwerpunkte: • Evolutionsbelege **Zeitbedarf**: ca. 6 Std. à 45 Minuten (Grundkurs) ca. 12 Std. à 45 Minuten (Leistungskurs)	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **E2** Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern. • **E3** mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten. Statt der hier in Übereinstimmung mit dem Beispiel für einen schulinternen Lehrplan im Netz aufgeführten übergeordneten Kompetenzen können auch die folgenden übergeordneten Kompetenzen schwerpunktmäßig angesteuert werden: **UF1, K3, E5**

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

Wie lassen sich Verwandtschaftsverhältnisse ermitteln?
 	
• Belege für die Evolution
 	
  • Molekularbiologische Belege
  • Vergleichende Anatomie (Homologie, Analogie)
  • Divergenz, Konvergenz
  • Paläontologie
	stellen Belege für die Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie (u.a. Molekularbiologie) adressatengerecht dar (K1, K3).
	
	analysieren molekulargenetische Daten und deuten sie mit Daten aus klassischen Datierungsmethoden im Hinblick auf die Verbreitung von Allelen und Verwandtschaftsbeziehungen von Lebewesen (E5, E6).
	
	beschreiben und erläutern molekulare Verfahren zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen (UF1, UF2).
		Proteinvergleiche:
		• Serum-Präzipitin-Test [2]
		• Aminosäuresequenzanalyse (Cytochrom c)
		
		DNA-Vergleiche:
		• DNA-Hybridisierung
		• DNA-Sequenz-Analyse (ncDNA)
		• mtDNA-Vergleiche u. molekulare Uhr
		
		Phylogenetische Stammbaumanalyse mit Gendatenbank im Internet [3]

Wie lassen sich Verwandtschaftsverhältnisse systematisieren? • Grundlagen der Systematik • Binäre Nomenklatur • Evolutionäre Wandel	entwickeln und erläutern Hypothesen zu phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Daten zu anatomisch- morphologischen und molekularen Homologien (E3, E5, K1, K4). deuten Daten zu anatomisch- morphologischen und molekularen Merkmalen von Organsimen zum Beleg konvergenter und divergenter Entwicklungen (E5, E6). erstellen und analysieren Stammbäume anhand von Daten zur Ermittlung von Verwandtschaftsbeziehungen von Arten (E3, E5). beschreiben die Einordnung von Lebewesen mithilfe der Systematik und der binären Nomenklatur (UF1, UF4). belegen an Beispielen den aktuellen evolutionären Wandel von Organismen (u.a. mithilfe von Auszügen aus Gendatenbanken) (E2, E5).	Erarbeitung der Homologiekriterien und Anwendung auf verschiedene Beispiele (z.B. Wirbeltiergliedmaßen) Abgrenzung Homologie / Analogie Ableitung der Begriffe konvergent und divergent aus Abbildungen Erstellen/ Analysieren von Stammbäumen, z.B. - Verwandtschaft der Saurier [4] • Stammbaum der Wirbeltiere Verschiedene Beispiele • Stammbaum der Pferde [5] • Einfluss des Menschen auf die Evolution der Rüsseltiere [6]

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

KLP-Überprüfungsform: „Präsentationsaufgabe“ (Präsentation unterschiedlicher Methoden zur Bestimmung von Verwandtschaftsverhältnissen)

Leistungsbewertung:

- Benotung der Präsentation, ggf. Klausur

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://nrw.edupool.de/home?pid=c4nsdjan9uonee31meuag7u6s2&standort=W	EDMOND – GIDA Material zur Evolution mit Arbeitsblättern und Lehrerlösungen Filme kann man nach einer Anmeldung bei EDOMD online downloaden
2	Klett – NATURA – Lehrerband - Evolution – S. 79	Serumpräzipitintest am Beispiel der Stacheltiere „Stachelige Verwandtschaft“
3	https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi	Phylogenetische Stammbäume und Übungen
4	Klett – NATURA – Lehrerband - Evolution – S. 82-83	Stammbaum der Saurier „Verwandtschaft der Dinosaurier“
5	Klett – NATURA – Lehrerband - Evolution – S. 97	Stammbaum der Pferde „Der Stammbaum der Pferde“
6	CORNELSEN Oberstufenbuch – S.270-271	Evolution der Rüsseltiere

Letzter Zugriff auf die URL: 17.07.2018

Unterrichtsvorhaben IV **Thema / Kontext:** Humanevolution – *Wie entstand der heutige Mensch?*	
Inhaltsfeld 6: Evolution	
Inhaltliche Schwerpunkte: • Evolution des Menschen **Zeitbedarf**: ca. 8 Std. à 45 Minuten (Grundkurs) ca. 14 Std. à 45 Minuten (Leistungskurs)	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **UF3** biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen. • **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern. • **K4** sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen. Statt der hier in Übereinstimmung mit dem Beispiel für einen schulinternen Lehrplan im Netz aufgeführten übergeordneten Kompetenzen können auch die folgenden übergeordneten Kompetenzen schwerpunktmäßig angesteuert werden: **E7**

Sequenzierung: ***Fragestellungen*** **inhaltliche Aspekte**	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** Verbindliche Absprachen im Fettdruck
Mensch und Affe - wie nahe verwandt sind sie? • Kennzeichen von Primaten • Systematische Stellung des Menschen	ordnen den modernen Menschen kriteriengeleitet den Primaten zu (UF3). entwickeln und erläutern Hypothesen zu phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Homologien (E3, E5, K1, K4). erstellen und analysieren Stammbäume anhand von Daten zur Ermittlung von Verwandtschafts-beziehungen von Arten (E3, E5).	Vergleich Mensch – Schimpanse [1] + [2]
Wie viel Neandertaler steckt in uns? • Fossilgeschichte des Menschen	diskutieren wissenschaftliche Befunde (u.a. Schlüsselmerkmale) und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch-konstruktiv (k4, E7, B4). Bewerten die Problematik des Rasse-Begriffs beim Menschen aus historischer und gesellschaftlicher Sicht und nehmen zum Missbrauch dieses Begriffs aus fachlicher Perspektive Stellung (B1, B3, K4)	Erarbeitung von Befunden zur Evolution der Hominiden, • Hominidenstammbaum [1] + [4] • Schädelvergleiche [1] + [3] + [4]

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

Leistungsbewertung:

- ggf. Klausur

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://nrw.edupool.de/home?pid=c4nsdjan9uonee31meuag7u6s2&standort=W	EDMOND – GIDA Material zur Evolution mit Arbeitsblättern und Lehrerlösungen Filme kann man nach einer Anmeldung bei EDOMD online downloaden
2	CORNELSEN Oberstufenbuch – S.282-283	Der Mensch – ein Primat mit Besonderheiten
3	Schädel in im Sammlungsraum	Vergleich von unterschiedlichen Schädeln - Gruppenarbeit
4	CORNELSEN Oberstufenbuch – S.284-287	Zusammenfassung der Evolution des Menschen mit Schädelabbildungen in einer Zeitleiste

Letzter Zugriff auf die URL: 17.07.2018

KLP-Überprüfungsform: „Darstellungsaufgabe“
KLP-Überprüfungsform: „Beobachtungsaufgabe“
KLP-Überprüfungsform: „Beurteilungsaufgabe“
KLP-Überprüfungsform: „Präsentationsaufgabe“
KLP-Überprüfungsform: „Optimierungsaufgabe“
KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“

Inhaltsfeld 4: Neurobiologie

Unterrichts-vorhaben	Thema	Vorschlag zu inhaltlichen Schwerpunkten	Stunden
I	Molekulare und zellbiologische Grundlagen der neuronalen Informationsverarbeitung – *Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie funktioniert es?*	Aufbau und Funktion von Neuronen Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung	16/24
II	Fototransduktion – *Wie entsteht aus der Erregung durch einfallende Lichtreize ein Sinneseindruck im Gehirn?*	Leistungen der Netzhaut	12/18
III	Aspekte der Hirnforschung – *Welche Faktoren beeinflussen das Gehirn?*	Plastizität und Lernen Methoden der Neurobiologie	6/8
		Summe =	34/50

Basiskonzepte:

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

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

Entwicklung
Neuronale Plastizität

Unterrichtsvorhaben I

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

Inhaltsfeld 4: Neurobiologie

Inhaltliche Schwerpunkte:

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

Zeitbedarf:

ca. 16 Std. à 45 Minuten (Grundkurs)

ca. 24 Ustd. à 45 Minuten (Leistungskurs)

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können…

- **UF1** biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.
- **UF2** zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden.
- **UF3** biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen.
- **E2** Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern.
- **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.
- **E6** Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen

Sequenzierung: ***Fragestellungen*** **inhaltliche Aspekte**	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** Verbindliche Absprachen im Fettdruck
Wie wird ein Reiz im Neuron verarbeitet? Bau und Funktion von Nervenzellen	beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1).	Erarbeitung: Allgemeine Übersicht über die verschiedenen Abschnitte [1], [2]
Ionenkanäle	leiten aus Messdaten der Patch-Clamp-Technik Veränderungen von Ionenströmen durch Ionenkanäle ab und entwickeln dazu Modellvorstellungen (E5, E6, K4).	Erarbeitung der Patch-Clamp-Methode; Auswertung und Deutung von Messergebnissen mithilfe der Kenntnisse zum Membranaufbau
Elektrophysiologische Untersuchungs-methoden • Ruhepotenzial • Aktionspotenzial • Erregungsleitung • Erregungsübertragung an Synapsen	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). vergleichen/erklären die Weiterleitung des Aktionspotenzials an myelinisierten und nicht myelinisierten Axonen miteinander und stellen diese unter dem Aspekt der Leitungsgeschwindigkeit in einen funktionellen Zusammenhang (UF2, UF3, UF4) (UF1).	Grundlagen der Bioelektrizität; Besprechung des Versuchsaufbaus zur Ableitung an einem Riesenaxon (Tintenfisch); Erarbeitung von Ruhe- und Aktionspotenzial mit Hilfe von Animationen / Filmsequenzen; [1] Bau und Funktion von Synapsen Vorteile der saltatorischen Erregungsleitung
Wie wird ein Reiz von Neuron zu Neuron weitergeleitet? Verschaltung von Neuronen	erläutern die Verschaltung von Neuronen bei der Erregungsweiterleitung und der Verrechnung von Potentialen mit der Funktion der Synapse auf molekularer Ebene (UF1, UF3).	Erläuterung der Vorgänge an erregenden und hemmenden Synapsen und deren Verrechnung [2]
Wirkung von Giften auf das Nervensystem	dokumentieren und präsentieren die Wirkung von endo- und exogenen Stoffen auf Vorgänge am Axon, der Synapse und auf Gehirnareale an konkreten Beispielen (K1, K3, UF2).	Erarbeitung der Wirkung von Giften an verschiedenen Angriffspunkten des Nervensystems (Axon, Synapse) Selbstlernkontrolle – Synapsengifte (Stationen)

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

Selbstlernkontrolle „Synapsengifte“ - Stationenlernen
Leistungsbewertung:
ggf. Klausur

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://nrw.edupool.de/home?pid=c4nsdjan9uonee31meuag7u6s2&standort=W	EDMOND – Material zur Neurobiologie mit Arbeitsblättern und Lehrerlösungen Filme kann man nach einer Anmeldung bei EDOMD online downloaden
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-weiterbildungskolleg/abendgymnasium-kolleg/biologie/hinweise-und-beispiele/hinweise-und-beispiele.html	Auf dieser Internetseite hat die Bezirksregierung Düsseldorf Arbeitsmaterialien und Lösungen zu den Themen der Neurobiologie zur Verfügung gestellt

Letzter Zugriff auf die URL: 30.12.2019

Unterrichtsvorhaben II **Thema / Kontext:** Fototransduktion – *Wie entsteht aus der Erregung durch einfallende Lichtreize ein Sinneseindruck im Gehirn?*	
Inhaltsfeld 6: Evolution	
Inhaltliche Schwerpunkte: • Leistungen der Netzhaut • Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung (Teil 2) **Zeitbedarf**: ca. 12 Std. à 45 Minuten (Grundkurs) ca. 18 Std. à 45 Minuten (Leistungskurs)	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können… • **E1** selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren. • **E6** Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen. • **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren.

Sequenzierung: ***Fragestellungen*** **inhaltliche Aspekte**	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** Verbindliche Absprachen im Fettdruck
Aufbau des Auges und der Netzhaut	erläutern den Aufbau und die Funktion der Netzhaut unter den Aspekten der Farb- und Kontrastwahrnehmung (UF3, UF4).	Wdh. Aufbau Auge Erarbeitung Aufbau und Funktion der Netzhaut
Reizumwandlung und Verstärkung in Rezeptoren (Lichtsinneszellen)	stellen das Prinzip der Signaltransduktion an einem Rezeptor anhand von Modellen dar (E6, UF1, UF2, UF4)/stellen die Veränderung der Membranspannung an Lichtsinneszellen anhand von Modellen dar und beschreiben die Bedeutung des second messengers und der Reaktionskaskade bei der Fototransduktion (E6, E1).	Erarbeitung der Bedeutung der Sinneszelle als Reizumwandler; Erläuterung der Vorgänge bei der Fotorezeption
vom Reiz zur Wahrnehmung Reizverarbeitung in der Netzhaut	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).	Darstellung als Fließdiagramm

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

Leistungsbewertung:

- ggf. Klausur

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-weiterbildungskolleg/abendgymnasium-kolleg/biologie/hinweise-und-beispiele/hinweise-und-beispiele.html	Auf dieser Internetseite hat die Bezirksregierung Düsseldorf Arbeitsmaterialien und Lösungen zu den Themen der Neurobiologie zur Verfügung gestellt

Letzter Zugriff auf die URL: 02.01.2020

Unterrichtsvorhaben III

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

Inhaltsfeld 6: Evolution

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Plastizität und Lernen
- Methoden der Neurobiologie (Teil 2)

Zeitbedarf:

ca. 6 Std. à 45 Minuten (Grundkurs)

ca. 8 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.
- **K2** zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen.
- **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren.
- **B1** fachliche, wirtschaftlich-politische und moralische Kriterien bei Bewertungen von biologischen und biotechnischen Sachverhalten unterscheiden und angeben.
- **B2** Auseinandersetzungen und Kontroversen zu biologischen und biotechnischen Problemen und Entwicklungen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Entscheidungen auf der Basis von Sachargumenten vertreten.
- **B3** an Beispielen von Konfliktsituationen mit biologischem Hintergrund kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten.
- **B4** begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.

Sequenzierung: ***Fragestellungen*** **inhaltliche Aspekte**	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** Verbindliche Absprachen im Fettdruck
Vegetatives Nervensystem	erklären die Rolle von Sympathikus und Parasympathikus bei der neuronalen und hormonellen Regelung von physiologischen Funktionen an einem Beispiel (UF4, E6, UF2, UF1).	z.B.: • Steuerung und Regelung des Blutdrucks – Stressreaktion • Regelung des Blutzuckerspiegels
Gehirnbau und Funktion der Hirnteile Bildgebende Verfahren zur Erforschung von Gehirnfunktionen	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).	Überblick über Gehirnteile und deren Funktion; Beschreiben der Aktivitäten verschiedener Großhirnbereiche, z.B. beim Wortebilden mittels PET-Scan
Degenerative Erkrankungen des Gehirns	recherchieren und präsentieren aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu einer degenerativen Erkrankung (K2, K3).	z.B.: • Parkinson-Syndrom • Alzheimer-Demenz • Chorea Huntington • Multiple Sklerose
Stoffliche Einflüsse auf das Nervensystem	leiten/erklären Wirkungen von endo- und exogenen Substanzen (u.a. von Neurohancern) auf die Gesundheit auf den Körper ab und bewerten mögliche Folgen für Individuum und Gesellschaft (B3, B4, B2, UF2, UF4).	Wirkung von Medikamenten Wirkung und Folgen von Drogenkonsum Podiumsdiskussion über Neurohancer [1], [2]
Lernformen Gedächtnismodelle Veränderungen im Gehirn durch Lernvorgänge	stellen aktuelle Modellvorstellungen zum Gedächtnis auf anatomisch- physiologischer Ebene dar (K3, B1). erklären die Bedeutung der Plastizität des Gehirns für ein lebenslanges Lernen (UF4).	z.B. zeitliche und funktionale Gedächtnismodelle nach Markowitsch Beschreibung der möglichen Veränderungen in den Neuronen und im Nervensystem, die lebenslange Lernvorgänge ermöglichen

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

Podiumsdiskussion zu Neurohancern

Leistungsbewertung:

- ggf. Klausur

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	http://www.wissenschaft-schulen.de/alias/material/neuro-enhancement/1051343	Wissenschaft Schulen hat auf dieser Internetseite Materialien zu Neurohancern zur Verfügung gestellt. Die Materialien sind mit Lösungen verfügbar und können kostenfrei runtergeladen werden.
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-weiterbildungskolleg/abendgymnasium-kolleg/biologie/hinweise-und-beispiele/hinweise-und-beispiele.html	Auf dieser Internetseite hat die Bezirksregierung Düsseldorf Arbeitsmaterialien und Lösungen zu den Themen der Neurobiologie zur Verfügung gestellt

Letzter Zugriff auf die URL: 02.01.2020