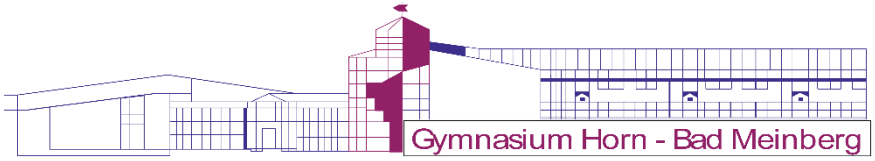

Schulcurriculum Biologie Sekundarstufe II

Qualifikationsphase I **Grundkurs**

Unterrichtsvorhaben I: Genetik
Thema/Kontext: Humangenetische Beratung – Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf?

Inhaltsfeld: IF 3 Genetik (Vorgaben für das Zentralabitur 2020/2021)

Inhaltliche Schwerpunkte: Meiose und Rekombination; Analyse von Stammbäumen, Bioethik

Schwerpunkteübergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können …

- E5 Auswertung
- K2 Recherche
- B3 Werte und Normen

Zeitbedarf: ca. 18 Std. à 45 Minuten

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Meiose und Rekombination: Bedeutung der Humangenetik: Chromosomenanalyse beim Menschen	erläutern die Grundprinzipien der Rekombination (Reduktion u. Neukombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung (UF4)	Karyogramm Film: Chromosomen des Menschen-Erbkrankheiten und Karyogramm (FWU), Sequenz: Das Karyogramm des Menschen	Analyse eines Karyogramms zur Veranschaulichung von Haploidie und Diploidie und zur Bestimmung des Geschlechts. Zentrale Aspekte der Meiose werden selbstständig wiederholt und geübt.

Geschlechtliche Fortpflanzung und Meiose: Wie werden die Keimzellen gebildet und welche Unterschiede gibt es bei Mann und Frau? Wie entsteht genetische Vielfalt? Inter- und intrachromosomale Rekombination Mitose und Meiose im Vergleich Genommutationen/ Chromosomenmutation	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)	Modell: Pfeifenreiniger, Knetgummi oder andere Materialien Film zur Meiose, z. B. *„Die Zelle: Reifeteilung – Meiose“* (FWU)	Theoretisch mögliche Rekombinationen werden ermittelt.
Analyse von Familienstamm-bäumen Welcher Zusammenhang besteht zwischen		Checkliste zum methodischen Vorgehen bei einer Stammbaumanalyse Selbstlernplattform von Mallig:	**Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:** **Die Auswertung von humangenetischen Stammbäumen wird im Unterricht an mehreren Beispielen geübt.**

Vererbungsmustern und genetisch bedingten Krankheiten und welche Folgen ergeben sich daraus für die folgenden Generationen? • Erbgänge/Vererbungsmodi ○ Ein-Faktoren-Analyse (autosomal/dominant/rezessiv, X-chromosomal-dominant/ rezessiv) ○ Zwei-Faktoren-Analyse (Stammbaum mit/ohne Kopplung, Stammbaum mit Crossing-over) • Genetisch bedingte Krankheiten, z.B. ○ Mukoviszidose (Cystische Fibrose) ○ Muskeldystrophie Duchenne	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). erklären die Auswirkungen verschiedener Gen, Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp (u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4)	http://www.mallig.eduvinet.de/bio/Repetito/Banaly1.html Film: Chromosomen des Menschen - Erbkrankheiten und Karyogramm (FWU)	Prognosen zur Wahrscheinlichkeit des Auftretens genetisch bedingter Krankheiten werden aufgestellt und als Entscheidungshilfe für einen möglichen Kinderwunsch genutzt.

○ Chorea Huntington **Genetische Beratung und Diagnostik**			
Welche therapeutischen Ansätze ergeben sich aus der Stammzellen-forschung? • Gentherapie • Zelltherapie	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 bewerten Interessen sowie Folgen ethisch (B3, B4).	Recherche zu embryonalen und adulten Stammzellen und damit verbundenen therapeutischen Ansätzen in unterschiedlichen, von der Lehrkraft ausgewählten Quellen Dilemmamethode Arbeitsblatt zu einer Dilemma-methode zur ethischen Urteilsbildung Schrittweise Erarbeitung und Hilfen zur eigenen Urteilsbildung auf ethischer Grundlage	Objektive und subjektive, ggf. manipulierende Quellen werden kriteriengeleitet reflektiert. Mögliche Checkliste zur Bewertung von Internetquellen für Schülerinnen und Schüler: http://quentherneumann.de/Handreichungen/Recherche_2.pdf Zitiermerkblatt der Universität Bielefeld http://www.uni-bielefeld.de/erziehungswissenschaft/app/dokumente/ZitiermerkblattStand10.pdf Am Beispiel des Themas „Dürfen Embryonen als Forschungsmaterial verwendet werden, um Krankheiten zu heilen?“ kann die Methode einer Dilemma-Diskussion durchgeführt und als Methode reflektiert werden.
Diagnose von Schülerkompetenzen: • **KLP-Überprüfungsform:** Erstellen eines Fragenkatalogs zur Fremd- und Selbstkontrolle Leistungsbewertung: • **KLP-Überprüfungsform:** Klausur			

Unterrichtsvorhaben II: Genetik
Thema/Kontext: Modellvorstellungen zur Proteinbiosynthese – *Wie entstehen aus Genen Merkmale und welche Einflüsse haben Veränderungen der genetischen Strukturen auf einen Organismus?*

Inhaltsfeld: IF 3 Genetik (Vorgabe für das Zentralabitur 2020/2021)

Inhaltliche Schwerpunkte: Proteinbiosynthese, Genregulation

Schwerpunkteübergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können …

- UF1 Wiedergabe
- UF3 Systematisierung
- UF4 Vernetzung
- E6 Modelle

Zeitbedarf: ca. 22 Std. à 45 Minuten

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Wie beeinflussen Gene Reaktionsschritte und		Informationen zur Mukoviszidose:	Der Aufbau und die Funktion der DNA (Einführungsphase, Inhaltsfeld 1: Biologie der Zelle) werden kurz wiederholt.

welche Folgen ergeben sich daraus? • Genwirkkette • Ein-Gen-Ein Polypeptid-Hypothese **Wie steuern Gene die Ausprägung von Merkmalen?** – Proteinbiosynthese – Transkription – Bedeutung der Transkriptionsfaktoren – Translation – Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten im Vergleich	vergleichen die molekularen Abläufe der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten (UF1, UF3)	http://muko.info/ Film: Chromosomen des Menschen - Erbkrankheiten und Karyogramm (FWU), Sequenz zur Mukoviszidose z. B. Film: Grundlagen der Genetik (FWU) Anwendung der Code-Sonne und Ermittlung der Eigenschaften des genetischen Codes in Gruppenarbeit Schwerpunktvorhaben: „Mondscheinkinder“ - ein Leben im Dunkeln? Schematische Darstellungen der an der Proteinbiosynthese beteiligten Organellen und Moleküle in einer Zelle unter Berücksichtigung des Vergleichs der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten z. B. Film: Grundlagen der Genetik (FWU)	
Wie wirken sich Veränderungen im genetischen Code aus? • Mutagene • Onkogene • ein Modell zur Wechselwirkung	erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Genmutationen (UF1, UF2). erklären die Auswirkungen verschiedener Gen, Chromosom- und	http://www.wissenschaft-schulen.de/alias/material/impfen-gegen-krebs-ist-krebs-ansteckend/1051409 Kritische Reflexion des eigenen Verhaltens im Hinblick auf vermeidbare Mutagene Informationsmaterial zu DNA-Reparaturmechanismen und zum Selbstschutz der Zelle	vgl. Initiative „Wissenschaft in die Schulen!“

von Proto-Onkogenen und Tumor-Suppressorgen en im Hinblick auf die Regulation des Zellzyklus - Entwicklung eines Modells auf der Grundlage/ mithilfe von p53 und Ras • Auswirkungen und Reparatur von Mutationen • Genwirkketten	Genommutationen auf den Phänotyp (u. a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4). erklären mithilfe eines Modells die Wechselwirkung von Proto-Onkogenen und Tumor-Suppressorgenen auf die Regulation des Zellzyklus und erklären die Folgen von Mutationen in diesen Genen (E6, UF1, UF3, UF4)		
Wie wird die Bildung der Proteine bei Prokaryoten reguliert? • Lac-Operon • Tryp-Operon	erläutern und entwickeln Modellvorstellunge n auf der Grundlage von Experimenten zur Aufklärung der Genregulation bei Prokaryoten (E2, E5, E6)	Kurvendiagramme zum Bakterienwachstum auf Glucose und Lactose und Funktionsmodell zur Genregulation durch Substratinduktion Kurvendiagramm zum Bakterienwachstum auf Tryptophan zur Genregulation durch Endproduktrepression Bakterien als Modellorganismen	

Wie wird die Bildung der Proteine bei Eukaryoten reguliert? • Transkriptionsfaktoren	begründen die Verwendung bestimmter Modellorganismen (u. a. E. coli) für besondere Fragestellungen genetischer Forschung (E6, E3).	Rückgriff auf Fehlregulationen, z. B. p53 und ras.	Spektrum der Wissenschaft beschreibt die Bedeutung der Bakterien als Modellorganismen und bezieht sich auf die kurze Generationszeit, problemloses Initiieren von Mutationen, Integration von neuen Genen und direkte phänotypische Ausprägung der Veränderung. http://www.spektrum.de/lexikon/biologie/modellorganismen/43448 ***Hinweis:*** Silencer- und Enhancer-Prinzip über Transkriptionsfaktoren sollten hier beschrieben werden können. Die Benennung der Transkriptionsfaktoren ist nicht erforderlich.
Wie wirkt sich die Umwelt auf die Aktivierung von Genen aus? Epigenetik: Moderne Aspekte der Genexpression – ein Modell zur epigenetischen Regelung des Zell-stoffwechsels	erklären einen epigenetischen Mechanismus als Modell zur Regelung des Zellstoffwechsels	http://www.max-wissen.de/public/downloads/Unterrichtsverlauf_BioMax_23 Material zur Acetylierung und Methylierung der DNA als Beispiele für epigenetische Regulationsmechanismen Beispielorganismen wie Biene (Königin, Arbeiterin) und Mäuse	

– DNA-Methylierung		Artikel zur Epigenetik vom Max-Planck-Institut: http://www.max-wissen.de/public/downloads/maxheft5540	
Diagnose von Schülerkompetenzen: Leistungsbewertung: • Klausur			

Unterrichtsvorhaben III: Genetik **Thema/Kontext:** Gentechnik
Inhaltsfeld: IF 3 Genetik (Vorgaben für das Zentralabitur 2020/2021)
Inhaltliche Schwerpunkte: Gentechnik, Bioethik **Schwerpunkteübergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • K2 Recherche • B1 Kriterien

- B4 Möglichkeiten und Grenzen

Zeitbedarf: ca. 15 Std. à 45 Minuten

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Wie werden DNA-Sequenzen amplifiziert und geordnet? • Replikation • PCR • Gelelektrophorese • Sequenzierung nach Sanger Wie kann die DNA typisiert werden? Genetischer Fingerabdruck	erläutern molekulargenetische Verfahren (u. a. PCR, Gelelektrophorese) und ihre Einsatzgebiete (E4, E2, UF1).	Tabellarischer Vergleich der PCR mit der DNA-Replikation Kettenabbruch-Methode nach Sanger Von der Kettenabbruch-Methode zur Hochdurchsatz-Sequenzierung	Einstieg z. B. über einen Kriminalfall
Wie können Gene identifiziert und ihre Aktivität gemessen werden? DNA – Chips (engl. DNA-Microarray)	geben die Bedeutung von DNA-Chips und Hochdurchsatz-Sequenzierung an und beurteilen Chancen und Risiken (B1, B3).	Rückgriff auf den Lehrervortrag zur Hochdurchsatzsequenzierung Durchführung einer Dilemmamethode (nach Tödt) an einem ausgewählten Beispiel (Chancen und Risiken von DNA-Chips,	

		Chancen und Risiken von transgenen Lebewesen) http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/biologie/material/zelle/dna1/	
Wie kann das Erbgut gezielt verändert werden? **Gentechnik** Molekulargenetische Werkzeuge: • Restriktionsenzyme • Vektoren Molekulargenetische Werkzeuge: • Restriktionsenzyme • Vektoren	beschreiben molekulargenetische Werkzeuge und erläutern deren Bedeutung für gentechnische Grundoperationen (UF1).		
Wie werden gentechnisch veränderte Organismen hergestellt und welche Bedeutung haben sie für den Menschen? **Bioethik** Herstellung und Einsatz transgener Lebewesen Ethische Bewertung der Gentechnik am Beispiel synthetischer Organismen	stellen mithilfe geeigneter Medien die Herstellung transgener Lebewesen dar und diskutieren ihre Verwendung (K1, B3)	GloFish oder andere GVO Darstellen der Techniken und anschließende Pro- und Contra-Diskussion	
Leistungsbewertung: Klausur			

Qualifikationsphase I **Leistungskurs**

Unterrichtsvorhaben I: Genetik
Thema/Kontext: Humangenetische Beratung – Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf?

Inhaltsfeld: IF 3 Genetik (Vorgaben für das Zentralabitur 2020/2021)

Inhaltliche Schwerpunkte: Meiose und Rekombination; Analyse von Stammbäumen, Bioethik

Schwerpunkteübergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können …

- E5 Auswertung
- K2 Recherche
- B3 Werte und Normen

Zeitbedarf: ca. 20 Std. à 45 Minuten

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Meiose und Rekombination: Bedeutung der Humangenetik: Chromosomenanalyse beim Menschen Geschlechtliche Fortpflanzung und Meiose: Wie werden die Keimzellen gebildet und welche Unterschiede gibt es bei Mann und Frau?	erläutern die Grundprinzipien der inter- und intrachromosomalen Rekombination (Reduktion u. Neukombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung (UF4)	Karyogramm Film: Chromosomen des Menschen-Erbkrankheiten und Karyogramm (FWU), Sequenz: Das Karyogramm des Menschen Modell: Pfeifenreiniger, Knetgummi oder andere Materialien Film zur Meiose, z. B. *„Die Zelle: Reifeteilung – Meiose“* (FWU)	Analyse eines Karyogramms zur Veranschaulichung von Haploidie und Diploidie und zur Bestimmung des Geschlechts. Zentrale Aspekte der Meiose werden selbstständig wiederholt und geübt. Theoretisch mögliche Rekombinationen werden ermittelt.

Wie entsteht genetische Vielfalt? Inter- und intrachromosomale Rekombination Mitose und Meiose im Vergleich Genommutationen/ Chromosomenmutation	erläutern die Grundprinzipien der inter- und intrachromosomalen 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)		
Analyse von Familienstammbäumen Welcher Zusammenhang besteht zwischen Vererbungsmustern und genetisch bedingten		Checkliste zum methodischen Vorgehen bei einer Stammbaumanalyse Selbstlernplattform von Mallig:	**Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:** **Die Auswertung von humangenetischen Stammbäumen wird im Unterricht an mehreren Beispielen geübt.**

Krankheiten und welche Folgen ergeben sich daraus für die folgenden Generationen? • Erbgänge/Vererbungsmodi ○ Ein-Faktoren-Analyse (autosomal/dominant/rezessiv, X-chromosomal-dominant/ rezessiv) ○ Zwei-Faktoren-Analyse (Stammbaum mit/ohne Kopplung, Stammbaum mit Crossing-over) • Genetisch bedingte Krankheiten, z.B. ○ Mukoviszidose (Cystische Fibrose) ○ Muskeldystrophie Duchenne ○ Chorea Huntington **Genetische Beratung und Diagnostik**	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). recherchieren Informationen zu humangenetischen Fragestellungen (u.a. genetisch bedingten Krankheiten), schätzen die Relevanz und Zuverlässigkeit der Informationen ein und fassen die	http://www.mallig.eduvinet.de/bio/Repetito/Banaly1.html Film: Chromosomen des Menschen - Erbkrankheiten und Karyogramm (FWU) EIBE (European Initiative for Biotechnology Education: Probleme in der Humangenetik ⇨ Arbeitsblätter und methodische Anleitung http://archiv.ipn.uni-kiel.de/eibe/UNIT04DE.PDF	Prognosen zur Wahrscheinlichkeit des Auftretens genetisch bedingter Krankheiten werden aufgestellt und als Entscheidungshilfe für einen möglichen Kinderwunsch genutzt.

	Ergebnisse strukturiert zusammen (K2, K1, K3, K4) erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp (u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4)		
Welche therapeutischen Ansätze ergeben sich aus der Stammzellenforschung? • Gentherapie • Zelltherapie	recherchieren Unterschiede zwischen embryonalen und adulten Stammzellen und präsentieren diese unter Verwendung geeigneter Darstellungsformen (K2, K3). stellen naturwissenschaftlich-gesellschaftliche Positionen zum	Recherche zu embryonalen und adulten Stammzellen und damit verbundenen therapeutischen Ansätzen in unterschiedlichen, von der Lehrkraft ausgewählten Quellen Dilemmamethode Arbeitsblatt zu einer Dilemma-methode zur ethischen Urteilsbildung Schrittweise Erarbeitung und Hilfen zur eigenen Urteilsbildung auf ethischer Grundlage	Objektive und subjektive, ggf. manipulierende Quellen werden kriteriengeleitet reflektiert. Mögliche Checkliste zur Bewertung von Internetquellen für Schülerinnen und Schüler: http://guentherneumann.de/Handreichungen/Recherche_2.pdf Zitiermerkblatt der Universität Bielefeld http://www.uni-bielefeld.de/erziehungswissenschaft/app/dokumente/ZitiermerkblattStand10.pdf

	therapeutischen Einsatz von Stammzellen dar und bewerten Interessen sowie Folgen ethisch (B3, B4).		Am Beispiel des Themas „Dürfen Embryonen als Forschungsmaterial verwendet werden, um Krankheiten zu heilen?“ kann die Methode einer Dilemma-Diskussion durchgeführt und als Methode reflektiert werden.
Leistungsbewertung: Klausur			
Unterrichtsvorhaben II: Genetik **Thema/Kontext:** Modellvorstellungen zur Proteinbiosynthese – *Wie entstehen aus Genen Merkmale und welche Einflüsse haben Veränderungen der genetischen Strukturen auf einen Organismus?*			
Inhaltsfeld: IF 3 Genetik (Vorgaben für das Zentralabitur 2020/2021) Zusatz im Vergleich zum GK			
Inhaltliche Schwerpunkte: Proteinbiosynthese, Genregulation **Schwerpunkteübergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • UF1 Wiedergabe • UF3 Systematisierung • UF4 Vernetzung • E6 Modelle **Zeitbedarf**: ca. 28 Std. à 45 Minuten			
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Wie entstand und veränderte sich der Genbegriff im Laufe der Zeit?	reflektieren und erläutern den Wandel des Genbegriffes (E7)	Darstellung wichtiger Stationen zum Genbegriff im Sinne eines Zeitstrahls	Kurzer Abriss zum Wandel des Genbegriffs. Hier sollen nicht alle zugrunde liegenden Experimente erläutert werden.

• Historie und Wandel des Genbegriffs **Wie beeinflussen Gene Reaktionsschritte und welche Folgen ergeben sich daraus?** • Genwirkkette • Ein-Gen-Ein Polypeptid-Hypothese **Wie steuern Gene die Ausprägung von Merkmalen?** – Proteinbiosynthese – Transkription – Bedeutung der Transkriptionsfaktoren – Translation **Wie wurde der genetische Code entschlüsselt?** ○ Erforschung (wissenschaftliche Experimente zur Aufklärung)	erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp (u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4) erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe	https://typo3-ab-info.uni-hohenheim.de/uploads/media/zus_preiss_genetik_01.pdf Informationen zur Mukoviszidose: http://muko.info/ Film: Chromosomen des Menschen - Erbkrankheiten und Karyogramm (FWU), Sequenz zur Mukoviszidose Schematische Darstellungen der an der Proteinbiosynthese beteiligten Organellen und Moleküle in einer Zelle unter Berücksichtigung des Vergleichs der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten z. B. Film: Grundlagen der Genetik (FWU)	Der Aufbau und die Funktion der DNA (Einführungsphase, Inhaltsfeld 1: Biologie der Zelle) werden kurz wiederholt. <u>Schwerpunktvorhaben:</u> „Mondscheinkinder“ - ein Leben im Dunkeln?

○ Eigenschaften	Mutationstypen (UF1, UF2) benennen Fragestellungen und stellen Hypothesen zur Entschlüsselung des genetischen Codes auf und erläutern klassische Experimente zur Entwicklung der Code-Sonne (E1, E3, E4) erläutern wissenschaftliche Experimente zur Aufklärung der Proteinbiosynthese, generieren Hypothesen auf der Grundlage der Versuchspläne und interpretieren die Versuchsergebnisse (E3, E4, E5) begründen die Verwendung bestimmter Modellorganismen (u. a. E. coli) für	EIBE: Mikroorganismen und Moleküle ⇨ Materialien und methodische Anleitungen: http://archiv.ipn.uni-kiel.de/eibe/UNIT01DE.PDF Historische Experimente zur Entschlüsselung des genetischen Codes: Poly-U-Modellexperiment von NIRENBERG und MATTHAEI (1961) – Triplettbindungstest zur Zuordnung eines Basentripletts zu einer Aminosäure (UUU – Phenylalanin) http://www.ngfn.de/index.php/von_der_erbinformation_zum_protein.html Anwendung der Code-Sonne und Ermittlung der Eigenschaften des genetischen Codes in Gruppenarbeit	Anhand des Nirenberg-Versuchs kann der Weg der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung mit Hilfe von Leitfragen nachvollzogen werden, z.B.: • Benennen der zugrunde liegenden Forschungsfragen von Nirenberg und Matthaei • Entwickeln der entsprechenden Hypothesen • Überprüfen der Hypothesen • Ermittlung der Codierungen mit Hilfe des genetischen Codes • Zusammenfassen der Ergebnisse

Vergleich der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten	besondere Fragestellungen genetischer Forschung. (E6, E3) vergleichen die molekularbiologischen Abläufe in der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten (UF1, UF3)		
Wie wirken sich Veränderungen im genetischen Code aus? • Mutagene • Onkogene • ein Modell zur Wechselwirkung von Proto-Onkogenen und Tumor-Suppressorgenen im Hinblick auf die Regulation des Zellzyklus - Entwicklung eines Modells auf der Grundlage/mithilf	erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Mutationstypen (UF1, UF2). erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp (u. a. unter Berücksichtigung von	http://www.wissenschaft-schulen.de/alias/material/impfen-gegen-krebs-ist-krebs-ansteckend/1051409 Kritische Reflexion des eigenen Verhaltens im Hinblick auf vermeidbare Mutagene Informationsmaterial zu DNA-Reparaturmechanismen und zum Selbstschutz der Zelle	vgl. Initiative „Wissenschaft in die Schulen!“

e von p53 und Ras • ein Modell zur Wechselwirkung von Proto-Onkogenen und Tumor-Suppressorgenen im Hinblick auf die Regulation des Zellzyklus - Entwicklung eines Modells auf der Grundlage/mithilfe von p53 und Ras • Auswirkungen und Reparatur von Mutationen • Genwirkketten	Genwirkketten) (UF1, UF4). 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)		
Wie wird die Bildung der Proteine bei Prokaryoten reguliert? • Lac-Operon • Tryp-Operon	erläutern und entwickeln Modellvorstellungen auf der Grundlage von Experimenten zur Aufklärung der Genregulation bei Prokaryoten (E2, E5, E6)	Kurvendiagramme zum Bakterienwachstum auf Glucose und Lactose und Funktionsmodell zur Genregulation durch Substratinduktion Kurvendiagramm zum Bakterienwachstum auf Tryptophan zur Genregulation durch Endproduktrepression Bakterien als Modellorganismen	

Wie wird die Bildung der Proteine bei Eukaryoten reguliert? • Transkriptionsfaktoren • Modelle	begründen die Verwendung bestimmter Modellorganismen (u. a. E. coli) für besondere Fragestellungen genetischer Forschung (E6, E3). erläutern die Bedeutung der Transkriptionsfaktoren für die Regulation von Zellstoffwechsel und Entwicklung (UF1, UF4). erklären mithilfe von Modellen genregulatorische Vorgänge bei Eukaryoten (E6)	Rückgriff auf Fehlregulationen, z. B. p53 und ras.	Spektrum der Wissenschaft beschreibt die Bedeutung der Bakterien als Modellorganismen und bezieht sich auf die kurze Generationszeit, problemloses Initiieren von Mutationen, Integration von neuen Genen und direkte phänotypische Ausprägung der Veränderung. http://www.spektrum.de/lexikon/biologie/modellorganismen/43448 ***Hinweis:*** Silencer- und Enhancer-Prinzip über Transkriptionsfaktoren sollten hier beschrieben werden können. Die Benennung der Transkriptionsfaktoren ist nicht erforderlich.
Wie wirkt sich die Umwelt auf die Aktivierung von Genen aus? Epigenetik: Moderne Aspekte der Genexpression	erläutern epigenetische Modelle zur Regelung des Zellstoffwechsels und leiten Konsequenzen für	http://www.max-wissen.de/public/downloads/Unterrichtsverlauf_BioMax_23	

– Epigenetische Modelle zur Regelung des Zellstoffwechsels – DNA-Methylierung und RNA-Interferenz – Epigenetische Modelle: DNA-Methylierung und RNA-Interferenz	den Organismus ab (E6)	Material zur Acetylierung und Methylierung der DNA als Beispiele für epigenetische Regulationsmechanismen Beispielorganismen wie Biene (Königin, Arbeiterin) und Mäuse Artikel zur Epigenetik vom Max-Planck-Institut: http://www.max-wissen.de/public/downloads/maxheft5540	
Diagnose von Schülerkompetenzen: Leistungsbewertung: • Klausur			

Unterrichtsvorhaben III: Genetik **Thema/Kontext:** Gentechnologie heute – *Welche Chancen und welche Risiken bestehen?*	
Inhaltsfeld: IF 3 Genetik	(Vorgaben für das Zentralabitur 2020/2021) Zusatz im Vergleich zum GK

Inhaltliche Schwerpunkte: Gentechnologie, Bioethik

Schwerpunkteübergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können …

- K2 Recherche
- K3 Präsentation
- B1 Kriterien
- B4 Möglichkeiten und Grenzen

Zeitbedarf: ca. 22 Std. à 45 Minuten

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Wie werden DNA-Sequenzen amplifiziert und geordnet? • Replikation • PCR • Gelelektrophorese • Sequenzierung nach Sanger Wie kann die DNA typisiert werden? Genetischer Fingerabdruck	erläutern molekulargenetische Verfahren (u. a. PCR, Gelelektrophorese) und ihre Einsatzgebiete (E4, E2, UF1).	Tabellarischer Vergleich der PCR mit der DNA-Replikation Kettenabbruch-Methode nach Sanger Von der Kettenabbruch-Methode zur Hochdurchsatz-Sequenzierung	Einstieg z. B. über einen Kriminalfall

Wie können Gene identifiziert und ihre Aktivität gemessen werden? DNA – Chips (engl. DNA-Microarray)	geben die Bedeutung von DNA-Chips und Hochdurchsatz-Sequenzierung an und bewerten Chancen und Risiken (B1, B3).	Rückgriff auf den Lehrervortrag zur Hochdurchsatzsequenzierung Durchführung einer Dilemmamethode (nach Tödt) an einem ausgewählten Beispiel (Chancen und Risiken von DNA-Chips, Chancen und Risiken von transgenen Lebewesen) http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/biologie/material/zelle/dna1/	
Wie kann das Erbgut gezielt verändert werden? • Gentechnik	beschreiben molekulargenetische Werkzeuge und erläutern deren Bedeutung für gentechnische Grundoperationen (UF1).		
Wie werden gentechnisch veränderte Organismen hergestellt und welche Bedeutung haben sie für den Menschen? Herstellung und Einsatz transgener Lebewesen	stellen mithilfe geeigneter Medien die Herstellung transgener Lebewesen dar und diskutieren ihre Verwendung (K1, B3) beschreiben aktuelle Entwicklungen in der Biotechnologie bis hin zum Aufbau von synthetischen Organismen in ihren Konsequenzen für unterschiedliche Einsatzziele und bewerten sie (B3, B4)	GloFish oder andere GVO Darstellen der Techniken und anschließende Pro- und Contra-Diskussion	
Diagnose von Schülerkompetenzen: Leistungsbewertung: Klausur			

Qualifikationsphase I **Grundkurs**

Unterrichtsvorhaben VI: Ökologie
Thema/Kontext: Autökologische Untersuchungen – *Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf das Vorkommen von Arten?*

Inhaltsfeld: IF 5: Ökologie (Vorgaben für das Zentralabitur 2020/2021)

Inhaltliche Schwerpunkte: Umweltfaktoren und ökologische Potenz

Schwerpunkteübergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können …

- E1 Probleme und Fragestellungen
- E2 Wahrnehmung und Messung
- E3 Hypothesen
- E4 Untersuchungen und Experimente
- E5 Auswertung
- E7 Arbeits- und Denkweisen

Zeitbedarf: ca. 16 Std. à 45 Minuten

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Umweltfaktoren und ökologische Potenz Wechselbeziehungen in der Biosphäre Einwirkung abiotischer und biotischer Umweltfaktoren auf Lebewesen: Abiotische Umweltfaktoren Einfluss der Temperatur auf Lebewesen Tiergeografische Regeln	zeigen den Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von Bioindikatoren und der Intensität abiotischer Faktoren in einem beliebigen Ökosystem auf (UF3, UF4, E4)	Ermittlung der Präferenz-(Toleranz-)kurve mittels Temperaturorgel bei Wirbellosen (s. z.B. Biologie Heute SII, Schülerbuch, S. 300) Beobachtungen in der Natur (z.B. Film zum Kaiserpinguin)	Mögliche Vorstrukturierung über Mind-Map, so dass jederzeit darauf zurückgegriffen werden und diese ergänzt bzw. verändert werden kann.

Einfluss des Wassers auf Lebewesen Ökologische Potenz und Präferenz: Zeigerarten - Bioindikatoren	erläutern die Aussagekraft von biologischen Regeln (u.a. tiergeographische Regeln) und grenzen diese von naturwissenschaftlichen Gesetzen ab (E7, K4)	Erarbeitung der tiergeografischen Regeln am Beispiel der Pinguine diskutieren die Eignung von Arten als Zeigerorganismen	Hohenheimer Grundwasserversuch
Biotische Umweltfaktoren und Konkurrenz: Konkurrenz um Ressourcen: Intraspezifische und interspezifische Konkurrenz Konkurrenzausschlussprinzip Das Konzept der ökologischen Nische	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)	Visualisierung der Symbiose an Beispielen (ggf. Wurzelknöllchen als Vorgriff auf den Stickstoffkreislauf) Erarbeitung z. B. an Paramecium-Versuchen in Expertengruppen zu unterschiedlichen Beispielen	Lösung der Ökologischen Nische von der rein räumlichen Dimension
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> <u>Leistungsbewertung:</u> • Klausur			

Unterrichtsvorhaben VII: Ökologie
Thema/Kontext: Synökologie I – *Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?*

Inhaltsfeld: IF 5: Ökologie (Vorgaben für das Zentralabitur 2019/2020)

Inhaltliche Schwerpunkte: Dynamik von Populationen

Schwerpunkteübergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können …
- E6 Modelle
- K4 Argumentation

Zeitbedarf: ca. 11 Std. à 45 Minuten

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Dynamik von Populationen Populationsgrößen verändern sich: Populationswachstum Dispersion - Verteilungsmuster in Populationen Regulation der Populationsdichte: K- und r-Lebenszyklusstrategie	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-Lebenszyklusstrategien ab (E5, UF1, UF2, UF3, K4, UF4)	verschiedene Wachstums-modelle z. B. einer Kaninchenpopulation Vor- und Nachteile der K- und r-Strategen	Grenzen von Modellvorstellungen erarbeiten

Räuber und Beute: Modelle zur Räuber-Beute-Beziehung Schädlingsbekämpfung Parasitismus und Symbiose Biologische Invasion – Neobiota – Neobiota	untersuchen Veränderungen von Populationen mit Hilfe von Simulationen auf der Grundlage des Lotka-Volterra-Modells (E6) entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1, E5) 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) recherchieren Beispiele für die biologische Invasion von Arten und leiten Folgen für das Ökosystem ab. (K2, K4)	ggf. Simulationspro-gramm oder Simulationsspiel zu Räuber-Beute-Beziehungen (z. B. Marienkäfer) z. B. drüsiges Springkraut oder chinesischer Marienkäfer oder Waschbär	z.B. Flechten des Schulhofes untersuchen mögliche Exkursion zum Erfassen der Bestände des drüsigen Springkrauts
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> <u>Leistungsbewertung:</u> • Klausur			

Unterrichtsvorhaben VIII: Ökologie **Thema/Kontext:** Synökologie II – *Welchen Einfluss hat der Mensch auf globale Stoffkreisläufe und Energieflüsse?*			
Inhaltsfeld: IF 5: Ökologie (Vorgaben für das Zentralabitur 2020/2021)			
Inhaltliche Schwerpunkte: Stoffkreislauf und Energiefluss **Schwerpunkteübergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • B2 Entscheidungen • B3 Werte und Normen **Zeitbedarf**: ca. 8 Std. à 45 Minuten			
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Stoffkreislauf und Energiefluss Die Fotosynthese	analysieren Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen abiotischen Faktoren (E5) erläutern den Zusammenhang zwischen Fotoreaktion und Synthesereaktion und ordnen die Reaktionen den	Modell Chloroplast möglich: Modellexperimente zur Photosynthese (z.B. Lichtintensität mit der Wasserpest)	Eine Differenzierung über die Betrachtung von C4-

Trophiestufen Energiefluss Stoffkreisläufe • *Stickstoffkreislauf*	unterschiedlichen Kompartimenten des Chloroplasten zu (UF1, UF3) stellen energetische und stoffliche Beziehungen verschiedener Organismen unter den Aspekten von Nahrungskette, Nahrungsnetz und Trophieebene formal, sprachlich und fachlich korrekt dar (K1, K3)	Mikroskopie von Spaltöffnungen mögliche Erstellung eines Nahrungsnetzes grafische Umsetzung des C-Kreislaufs	oder CAM-Pflanzen ist möglich.
Diagnose von Schülerkompetenzen: Leistungsbewertung: • Klausur			
Unterrichtsvorhaben IX: Ökologie **Thema/Kontext:** Zyklische und sukzessive Veränderung von Ökosystemen – Welchen Einfluss hat der Mensch auf die Dynamik von Ökosystemen?			
Inhaltsfeld: IF 5: Ökologie			(Vorgaben für das Zentralabitur 2019/2020)
Inhaltliche Schwerpunkte: Mensch und Ökosysteme **Schwerpunkteübergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • B2 Entscheidungen • B3 Werte und Normen **Zeitbedarf**: ca. 10 Std. à 45 Minuten			
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Mensch und Ökosysteme Belastung und Schutz des Wassers: Konflikt um die Ressource Wasser/Abwasserklärung	präsentieren und erklären auf der Grundlage von Untersuchungsdaten die Wirkung von anthropogenen Faktoren auf ausgewählte globale Stoffkreisläufe (K1, K3, UF1)	Mögliche Exkursionen zum Silberbach und Wiembecke	Möglicher Vergleich zweier verschieden belasteter Fließgewässer

Weichmacher	diskutieren Konflikte zwischen der Nutzung natürlicher Ressourcen und dem Naturschutz (B2, B3) entwickeln Handlungsoptionen für das eigene Konsumverhalten und schätzen diese unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit ein (B2, B3)	Bewertung der Gewässergüte anhand der Struktur, physikalisch und chemischer Parameter und evtl. Saprobienindex Belastung von Gewässern durch anthropogene Einflüsse am Beispiel von Weichmachern	mögliche Recherche zur Belastung eines Gewässern durch Weichmacher über einen bestimmten Zeitraum mögliche Konsequenzen für den Menschen
Leistungsbewertung: Klausur			

Qualifikationsphase I

Leistungskurs

Unterrichtsvorhaben VII: Ökologie
Thema/Kontext: Autökologische Untersuchungen – *Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf das Vorkommen von Arten?*

Inhaltsfeld: IF 5: Ökologie

Inhaltliche Schwerpunkte: Umweltfaktoren und ökologische Potenz

Schwerpunkteübergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können …

- E1 Probleme und Fragestellungen
- E2 Wahrnehmung und Messung
- E3 Hypothesen
- E4 Untersuchungen und Experimente
- E5 Auswertung
- E7 Arbeits- und Denkweisen

Zeitbedarf: ca. 16 Std. à 45 Minuten			
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Umweltfaktoren und ökologische Potenz Wechselbeziehungen in der Biosphäre Einwirkung abiotischer und biotischer Umweltfaktoren auf Lebewesen: Abiotische Umweltfaktoren: Einfluss der Temperatur auf Lebewesen Tiergeografische Regeln Einfluss des Wassers auf Lebewesen Zeigerarten - Bioindikatoren Ökologische Potenz und Präferenz: Biotische Umweltfaktoren und Konkurrenz: Konkurrenz um Ressourcen: Intraspezifische und interspezifische Konkurrenz Konkurrenzausschlussprinzip	zeigen den Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von Bioindikatoren und der Intensität abiotischer Faktoren in einem beliebigen Ökosystem (UF3, UF4, E4) erläutern die Aussagekraft von biologischen Regeln (u.a. tiergeographische Regeln) und grenzen diese von naturwissenschaftlichen Gesetzen ab (E7, K4) 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)	Ermittlung der Präferenz-(Toleranz-)kurve mittels Temperaturorgel bei Wirbellosen (s. z.B. Biologie Heute SII, S. 300) Schülerbuch, Beobachtungen in der Natur (z.B. Film zum Kaiserpinguin) Erarbeitung der tiergeografischen Regeln am Bsp.der Pinguine diskutieren die Eignung von Arten als Zeigerorganismen Visualisierung der Symbiose an Beispielen (ggf. Wurzelknöllchen	Mögliche Vorstrukturierung über Mind-Map, so dass jederzeit darauf zurückgegriffen werden und diese ergänzt bzw. verändert werden kann. Hohenheimer Grundwasserversuch

Das Konzept der ökologischen Nische	erklären mit Hilfe des Modells der ökologischen Nische die Koexistenz von Arten (E6, UF1, UF2)	als Vorgriff auf den Stickstoffkreislauf) Erarbeitung z.B. an Paramecium-Versuchen Expertengruppen zu unterschiedlichen Beispielen	Lösung der Ökologischen Nische von der rein räumlichen Dimension.
Diagnose von Schülerkompetenzen: Leistungsbewertung: • Klausur			

Unterrichtsvorhaben VIII: Ökologie **Thema/Kontext:** Synökologie I – *Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?*		
Inhaltsfeld: IF 5: Ökologie	(Vorgaben für das Zentralabitur 2020/2021)	Zusatz im Vergleich zum GK
Inhaltliche Schwerpunkte: Dynamik von Populationen **Schwerpunkteübergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • E6 Modelle • K4 Argumentation		

Zeitbedarf: ca. 11 Std. à 45 Minuten			
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Dynamik von Populationen -Populationsgrößen verändern sich: Populationswachstum	beschreiben die Dynamik von Populationen in Abhängigkeit von dichteabhängigen und dichteunabhängigen Faktoren (UF1)	verschiedene Wachstums-modelle z.B. einer Algenpopulation	Grenzen von Modellvorstellungen erarbeiten
Dispersion - Verteilungsmuster in Populationen Regulation der Populationsdichte: K- und r-Lebenszyklusstrategie	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)	Vor- und Nachteile der K- und r-Strategen	
	untersuchen das Vorkommen, die Abundanz und die Dispersion von Lebewesen eines Ökosystems im Freiland (E1, E2, E4) planen ausgehend von Hypothesen Experimente zur Überprüfung der ökologischen Potenz nach dem Prinzip der Variablenkontrolle, nehmen kriterienorientiert Beobachtungen und Messungen vor und deuten die Ergebnisse (E2, E3, E4, E5, K4)	möglich: Untersuchung der Population des Spitzwegerichs auf dem Schulhof (vergleiche Hohenheimer Grundwasserversuch bzw. Konkurrenz von Waldbäumen)	
Räuber und Beute: Modelle zur Räuber-Beute-Beziehung Schädlingsbekämpfung	untersuchen Veränderungen von Populationen mit Hilfe von Simulationen auf der Grundlage des Lotka-Volterra-Modells (E6)	ggf. Simulations-programm oder Simulationsspiel zu Räuber-Beute-Beziehungen (Marienkäfer)	

Parasitismus und Symbiose Biologische Invasion – Neobiota (Neozoen, Neophyten, Neomyceten) – Neobiota	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 (u.a. Parasitismus, Symbiose, Konkurrenz) mögliche Folgen für die jeweiligen Arten ab und präsentieren diese unter Verwendung angemessener Medien (E5, K3, UF1) recherchieren Beispiele für die biologische Invasion von Arten und leiten Folgen für das Ökosystem ab. (K2, K4)	z. B. drüsiges Springkraut oder chinesischer Marienkäfer oder Waschbär	z.B. Flechten des Schulhofes untersuchen mögliche Exkursion zum Erfassen der Bestände des drüsigen Springkrauts
Diagnose von Schülerkompetenzen: Leistungsbewertung: • Klausur			

Unterrichtsvorhaben IX: Ökologie **Thema/Kontext:** Synökologie IX – *Welchen Einfluss hat der Mensch auf globale Stoffkreisläufe und Energieflüsse*
Inhaltsfeld: IF 5: Ökologie*?* (Vorgaben für das Zentralabitur 2020/2021)
Inhaltliche Schwerpunkte: Stoffkreislauf und Energiefluss **Schwerpunkteübergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können …
- B2 Entscheidungen
- B3 Werte und Normen

Zeitbedarf: ca. 8 Std. à 45 Minuten

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Stoffkreislauf und Energiefluss: Trophiestufen Energiefluss Stoffkreisläufe – Kohlenstoffkreislauf	stellen energetische und stoffliche Beziehungen verschiedener Organismen unter den Aspekten von Nahrungskette, Nahrungsnetz und Trophieebene formal, sprachlich und fachlich korrekt dar (K1, K3)	mögliche Erstellung eines Nahrungsnetzes grafische Umsetzung des C-Kreislaufs	Erarbeitung jeweils am Beispiel Wald oder See.

Diagnose von Schülerkompetenzen:

Leistungsbewertung:
- Klausur

Unterrichtsvorhaben X: Ökologie
Thema/Kontext: Erforschung der Fotosynthese – *Wie entsteht aus Lichtenergie eine für alle Lebewesen nutzbare Form der Energie?*
Zusatz im Vergleich zum GK

Inhaltsfeld: IF 5: Ökologie

Inhaltliche Schwerpunkte: Fotosynthese

Schwerpunkteübergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können …

- E1 Probleme und Fragestellungen
- E2 Wahrnehmung und Messung
- E3 Hypothesen
- E4 Untersuchungen und Experimente
- E5 Auswertung
- E7 Arbeits- und Denkweisen

Zeitbedarf: ca. 16 Std. à 45 Minuten

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Fotosynthese u. U. Bau und Funktion eines Blattes Spaltöffnungen - Regulation der Transpiration Absorptionsspektrum und Wirkungsspektrum Abhängigkeit der Fotosynthese von Außenfaktoren Sonnenblätter - Schattenblätter Licht und Schatten im Wald	leiten aus Forschungsexperimenten zur Aufklärung der Fotosynthese zu Grunde liegende Fragestellungen und Hypothesen ab (E1, E3, UF2, UF4) analysieren Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen abiotischen Faktoren (E5)	Mikroskopieren von Sonnen- und Schattenblättern Engelmann-Versuch Modellexperimente zur Photosynthese (z.B. Lichtintensität mit der Wasserpest) Mikroskopie von Spaltöffnungen	

Zweigeteilte Fotosynthese: Fotoreaktion und Synthesereaktion - Glucosesynthese ggf. Fotosynthese in trockenen Regionen	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)	Betrachtung von C4- oder CAM-Pflanzen als Anpassung an den Standort	
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> <u>Leistungsbewertung:</u> • Klausur			

Unterrichtsvorhaben XI: Ökologie
Thema/Kontext: 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

Schwerpunkteübergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können …
- B2 Entscheidungen
- B3 Werte und Normen

Zeitbedarf: ca. 10 Std. à 45 Minuten

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Mensch und Ökosysteme Belastung und Schutz des Wassers: Konflikt um die Ressource Wasser/Abwasserklärung Weichmacher	entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1, E5) präsentieren und erklären auf der Grundlage von Untersuchungsdaten die Wirkung von anthropogenen Faktoren auf ausgewählte globale Stoffkreisläufe (K1, K3, UF1) diskutieren Konflikte zwischen der Nutzung natürlicher Ressourcen und dem Naturschutz (B2, B3) entwickeln Handlungsoptionen für das eigene Konsumverhalten und schätzen diese unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit ein (B2, B3)	Mögliche Exkursionen zum Silberbach und Wiembecke Bewertung der Gewässergüte anhand der Struktur, physikalisch und chemischer Parameter und Saprobienindex Belastung von Gewässern durch anthropogene	Möglicher Vergleich zweier verschieden belasteter Fließgewässer mögliche Recherche zur Belastung eines Gewässern

		Einflüsse am Beispiel von Weichmachern	durch Weichmacher über einen bestimmten Zeitraum mögliche Konsequenzen für den Menschen

Qualifikationsphase II **Grundkurs**

Unterrichtsvorhaben X: Evolution

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

Inhaltsfelder: Evolution

Inhaltliche Schwerpunkte:

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

Zeitaufwand: ca. 16 Std. à 45 Minuten

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können …

- UF1 biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.
- UF3 biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen.
- K4 sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.

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**

Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Welche genetischen Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel? • Grundlagen des evolutiven Wandels	erläutern das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen (UF1, UF4).	**Mögliche Materialien** zur genetischen Variabilität und ihren Ursachen. Beispiel: Hainschnirkelschnecken ***concept map***	An vorgegebenen Materialien zur genetischen Variabilität wird arbeitsgleich gearbeitet. Auswertung als *concept map*

• Grundlagen biologischer Angepasstheit • Populationen und ihre genetische Struktur	erläutern den Einfluss der Evolutionsfaktoren (Mutation, Rekombination, Selektion, Gendrift) auf den Genpool der Population (UF4, UF1).	**Simulationen** zu abiotischen und biotischen Selektionsfaktoren (mögliches Beispiel: Hasen, Birkenspanner, Kerguelen-Fliege) https://phet.colorado.edu/en/simulation/natural-selection	Ein Expertengespräch wird entwickelt. Das Spiel wird durchgeführt und ausgewertet; eine Reflexion wird vorgenommen.
Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen? • Isolationsmechanismen • Artbildung	erklären Modellvorstellungen zu allopatrischen und sympatrischen Artbildungsprozessen an Beispielen (E6, UF1).	**möglich:** kurze **Informationstexte** zu Isolationsmechanismen **z.B. Karten mit Fachbegriffen** **z.B. Zeitungsartikel** zur sympatrischen Artbildung	Je ein (wenn möglich) zoologisches und ein botanisches Beispiel pro Isolationsmechanismus werden bearbeitet. Eine tabellarische Übersicht wird erstellt und eine Definition zur allopatrischen Artbildung wird entwickelt. Unterschiede zwischen sympatrischer und allopatrischer Artbildung werden erarbeitet.
Welche Ursachen führen zur großen Artenvielfalt? • Adaptive Radiation	stellen den Vorgang der adaptiven Radiation unter dem Aspekt der Angepasstheit dar (UF2, UF4).	**Bilder und Texte** zum Thema „Adaptive Radiation der Darwinfinken“ oder anderen geeigneten Materialien (Hangnager)	Ein Konzept zur Entstehung der adaptiven Radiation wird entwickelt.
Welche Ursachen führen zur Coevolution und welche Vorteile ergeben sich? • Coevolution • Selektion und Anpassung	wählen angemessene Medien zur Darstellung von Beispielen zur Coevolution aus Zoologie und Botanik aus und präsentieren Beispiele (K3, UF2).	**Mögliches Realobjekt**: Ameisenpflanze **Texte und Schemata** zur Kosten-Nutzen-Analyse	Eine Kosten-Nutzen-Analyse wird erstellt. Anhand einer selbst gewählten medialen Darstellung werden verschiedene Beispiele der Coevolution präsentiert.

	belegen an Beispielen den aktuellen evolutionären Wandel von Organismen (u.a. mithilfe von Auszügen aus Gendatenbanken) (E2, E5).		Mittels inhalts- und darstellungsbezogenenem Kriterienkatalog werden Präsentationen beurteilt. Anhand unterschiedlicher Beispiele wird der Schutz vor Beutegreifern (Mimikry, Mimese, etc.) unter dem Aspekt des evolutionären Wandels von Organismen erarbeitet.
Wie lassen sich die evolutiven Mechanismen in einer Theorie zusammenfassen? • Synthetische Evolutionstheorie	stellen die Synthetische Evolutionstheorie zusammenfassend dar (UF2, UF4).	**Möglich: Informationstext**	Die Faktoren, die zur Entwicklung der Evolutionstheorie führten, werden mithilfe einer Textsammlung aus Schulbüchern kritisch analysiert. Eine vollständige Definition der Synthetischen Evolutionstheorie wird erarbeitet.
Was deutet auf verwandtschaftliche Beziehungen von Lebewesen hin? • Belege für die Evolution • konvergente und divergente Entwicklung	stellen Belege für die Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie (u.a. Molekularbiologie) adressatengerecht dar (K1, K3). analysieren molekulargenetische Daten und deuten diese im Hinblick auf die Verbreitung von Allelen und Verwandtschaftsbeziehungen von Lebewesen (E5, E6). deuten Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Merkmalen von Organismen zum Beleg konvergenter und divergenter Entwicklungen (E5, UF3).	**Abbildungen** von Beispielen konvergenter /divergenter Entwicklung und Homologien **möglich: Arbeitsteilige Gruppenarbeit** Texte und Abbildungen zu verschiedenen Untersuchungsmethoden: DNA-DNA-Hybridisierung, Aminosäure- und DNA-Sequenzanalysen, etc.	Definitionen werden anhand der Abbildungen entwickelt. Die unterschiedlichen Methoden werden analysiert und vor dem Kurs präsentiert.

Wie lassen sich Verwandtschaftsverhältnisse ermitteln und systematisieren? • Homologien • Grundlagen der Systematik	entwickeln und erläutern Hypothesen zu phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Homologien (E3, E5, K1, K4). beschreiben die Einordnung von Lebewesen mithilfe der Systematik und der binären Nomenklatur (UF1, UF4). erstellen und analysieren Stammbäume anhand von Daten zur Ermittlung von Verwandtschaftsbeziehungen der Arten (E3, E5).	**Daten und Abbildungen** zu morphologischen Merkmalen der Wirbeltiere und der Unterschiede **Ergebnisse/Daten** von molekulargenetischer Analysen	Daten werden ausgewertet und Stammbäume erstellt. Ergebnisse werden diskutiert.

Diagnose von Schülerkompetenzen:

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

Leistungsbewertung:

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

Unterrichtsvorhaben XI: Evolution Thema/Kontext: Evolution von Sozialstrukturen – *Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?*			
Inhaltsfeld: Evolution			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Evolution und Verhalten **Zeitbedarf**: ca. 8 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **UF2** zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden. • **UF4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Wie konnten sich Sexualdimorphismen im Verlauf der Evolution etablieren, obwohl sie auf die natürliche Selektion bezogen	erläutern das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen (UF1, UF4).	**Bilder** von Tieren mit deutlichen Sexualdimorphismen **Informationstexte** (von der Lehrkraft ausgewählt)	Das Phänomen Sexualdimorphismus wird visuell vermittelt.

eher Handicaps bzw. einen Nachteil darstellen? • Evolution der Sexualität • Sexuelle Selektion - inter- und intrasexuelle Selektion - reproduktive Fitness		– zu Beispielen aus dem Tierreich und – zu ultimaten Erklärungsansätzen bzw. Theorien (Gruppenselektionstheorie und Individualselektionstheorie)	
Wieso gibt es unterschiedliche Sozial- und Paarsysteme? • Paarungssysteme • Habitatwahl	analysieren anhand von Daten die evolutionäre Entwicklung von Sozialstrukturen (Paarungssysteme, Habitatwahl) unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (E5, UF2, UF4, K4).	**Daten aus der Literatur** zum Gruppenverhalten und Sozialstrukturen von Schimpansen, Gorillas und Orang-Utans Möglich: **Graphiken / Soziogramme** gestufte **Hilfen** zur Erschließung von Graphiken / Soziogrammen **Präsentationen**	Lebensgemeinschaften werden anhand von wissenschaftlichen Untersuchungsergebnissen und grundlegenden Theorien analysiert. Erklärungshypothesen werden veranschaulichend dargestellt. Ergebnisse werden vorgestellt und seitens der SuS inhalts- und darstellungsbezogen beurteilt.
<u>Leistungsbewertung:</u> • ggf. Klausur			

<table>
<tr><td colspan="4">Unterrichtsvorhaben XII: Evolution
Thema/ Kontext: Humanevolution – Wie entstand der heutige Mensch?</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: Evolution/ Genetik</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
• Evolution des Menschen
• Stammbäume (Teil 2)

Zeitaufwand: 8 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="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.</td></tr>
<tr><td>Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</td><td>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans
Die Schülerinnen und Schüler …</td><td>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</td><td>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der</td></tr>
</table>

			verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
Mensch und Affe – wie nahe verwandt sind sie? • Primatenevolution	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 Verwandtschaftsbeziehungen von Arten (E3, E5).	verschiedene Entwürfe von **Stammbäumen** der Primaten basierend auf anatomisch-morphologischen Belegen **DNA-Sequenzanalysen** verschiedener Primaten **Tabelle**: Überblick über Parasiten verschiedener Primaten	Daten werden analysiert, Ergebnisse ausgewertet und Hypothesen diskutiert. Auf der Basis der Ergebnisse wird ein Stammbaum erstellt.
Wie erfolgte die Evolution des Menschen? • Hominidenevolution	diskutieren wissenschaftliche Befunde (u.a. Schlüsselmerkmale) und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch-konstruktiv (K4, E7, B4).		
Wieviel Neandertaler steckt in uns? • *Homo sapiens sapiens* und Neandertaler	diskutieren wissenschaftliche Befunde (u.a. Schlüsselmerkmale) und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch-konstruktiv (K4, E7, B4).	**Materialien zu molekularen Untersuchungsergebnissen** (Neandertaler, Jetztmensch)	Wissenschaftliche Untersuchungen werden kritisch analysiert.
Wie lässt sich Rassismus biologisch widerlegen? • Menschliche Rassen gestern und heute	bewerten die Problematik des Rasse-Begriffs beim Menschen aus historischer und gesellschaftlicher Sicht und nehmen zum Missbrauch dieses Begriffs aus fachlicher Perspektive Stellung (B1, B3, K4).	**Texte** zu historischem und gesellschaftlichem Missbrauch des Rassebegriffs.	Argumente werden mittels Belegen aus der Literatur erarbeitet und diskutiert.

Leistungsbewertung:

- ggf. Klausur

Qualifikationsphase II	**Leistungskurs**
Unterrichtsvorhaben XII: Evolution Thema/ Kontext: Evolution in Aktion - *Welche Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel?* Zusatz im Vergleich zum GK	
Inhaltsfeld: Evolution	

<table>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
• Grundlagen evolutiver Veränderung
• Art und Artbildung
• Entwicklung der Evolutionstheorie

Zeitaufwand: 16 Std. à 45 Minuten.</td><td colspan="2">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.</td></tr>
<tr><td>Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</td><td>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans
Die Schülerinnen und Schüler …</td><td>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</td><td>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</td></tr>
<tr><td>Welche genetischen Grundlagen beeinflussen den evolutiven Wandel?
• Genetische Grundlagen des evolutiven Wandels

• Grundlagen biologischer Angepasstheit

• Populationen und ihre genetische Struktur</td><td>erläutern das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen (UF1, UF4).

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

bestimmen und modellieren mithilfe des Hardy-Weinberg-Gesetzes die Allelfrequenzen in Populationen und geben Bedingungen für die Gültigkeit des Gesetzes an (E6).</td><td>Materialien zur genetischen Variabilität und ihren Ursachen. Mögliche Beispiele: Hainschnirkelschnecke, Zahnkärpfling
concept map

Simulationen zu abiotischen und biotischen Selektionsfaktoren (mögliches Beispiel: Hasen, Birkenspanner, Kerguelen-Fliege)
https://phet.colorado.edu/en/simulation/natural-selection

Wenn vorhanden:
Computerprogramm zur Simulation des Hardy-Weinberg-Gesetzes</td><td>An vorgegebenen Materialien zur genetischen Variabilität wird arbeitsteilig und wenn möglich binnendifferenziert gearbeitet.

Mögliche Auswertung als concept map

Z.B. Ein Expertengespräch wird entwickelt.

Das Hardy-Weinberg-Gesetz und seine Gültigkeit werden erarbeitet.</td></tr>
</table>

Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen? • Isolationsmechanismen • Artbildung	erklären Modellvorstellungen zu Artbildungsprozessen (u.a. allopatrische und sympatrische Artbildung) an Beispielen (E6, UF1).	Kurze **Informationstexte** zu Isolationsmechanismen **z.B. Karten** mit Fachbegriffen	Je ein (wenn möglich) zoologisches und ein botanisches Beispiel pro Isolationsmechanismus werden bearbeitet. Eine Definition zur allopatrischen Artbildung wird entwickelt. Modellentwicklung zur allopatrischen und sympatrischen Artbildung: Die Unterschiede werden erarbeitet und Modelle entwickelt.
Welche Ursachen führen zur großen Artenvielfalt? • Adaptive Radiation	stellen den Vorgang der adaptiven Radiation unter dem Aspekt der Angepasstheit dar (UF2, UF4). beschreiben Biodiversität auf verschiedenen Systemebenen (genetische Variabilität, Artenvielfalt, Vielfalt der Ökosysteme) (UF4, UF1, UF2, UF3).	**Bilder und Texte** zum Thema „Adaptive Radiation der Darwinfinken“oder anderen geeigneten Materialien (Hangnager)	Ein Konzept zur Entstehung der adaptiven Radiation wird entwickelt. .

Welche Ursachen führen zur Coevolution und welche Vorteile ergeben sich? • Coevolution	wählen angemessene Medien zur Darstellung von Beispielen zur Coevolution aus und präsentieren die Beispiele (K3, UF2). beschreiben Biodiversität auf verschiedenen Systemebenen (genetische Variabilität, Artenvielfalt, Vielfalt der Ökosysteme) (UF4, UF1, UF2, UF3).	**Mögliches Realobjekt**: Ameisenpflanze **Texte und Schemata** zur Kosten-Nutzen-Analyse	Eine Kosten-Nutzen-Analyse wird erstellt.
Welchen Vorteil haben Lebewesen, wenn ihr Aussehen dem anderer Arten gleicht? • Selektion • Anpassung	belegen an Beispielen den aktuellen evolutionären Wandel von Organismen [u. a mithilfe von Daten aus Gendatenbanken)] (E2, E5).		Anhand unterschiedlicher Beispiele wird der Schutz vor Beutegreifern (Mimikry, Mimese, etc.) unter dem Aspekt des evolutiven Wandels von Organismen erarbeitet.
Wie entwickelte sich die Synthetische Evolutionstheorie und ist sie heute noch zu halten? • Synthetische Evolutionstheorie in der historischen Diskussion	stellen Erklärungsmodelle für die Evolution in ihrer historischen Entwicklung und die damit verbundenen Veränderungen des Weltbilds dar (E7).	**Text (wissenschaftliche Quelle**) **z.B. Strukturlegetechnik** zur Synthetischen Evolutionstheorie	Die Faktoren, die zur Entwicklung der Evolutionstheorie führten, werden mithilfe eines wissenschaftlichen Textes kritisch analysiert.

	stellen die synthetische Evolutionstheorie zusammenfassend dar (UF3, UF4). grenzen die synthetische Theorie der Evolution gegenüber nicht naturwissenschaftlichen Positionen zur Entstehung von Artenvielfalt ab und nehmen zu diesen begründet Stellung (B2, K4).	Wdh. der Erkenntnisse zur Epigenetik aus Q1. **Möglich:** Durchführung einer Podiumsdiskussion mit **Kriterienkatalog**	Eine vollständige Definition der Synthetischen Evolutionstheorie wird entwickelt. Diskussion über das Thema: Neueste Erkenntnisse der epigenetischen Forschung – Ist die Synthetische Evolutionstheorie noch haltbar? Die Diskussion wird anhand der Kriterien analysiert. **Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:** **Wenn eine Podiumsdiskussion durchgeführt worden ist, werden die er Kriterien zur Durchführung einer Podiumsdiskussion vermittelt.**
Leistungsbewertung: • ggf. Klausur			

<table>
<tr><td colspan="4">Unterrichtsvorhaben XIII:
Thema/ Kontext: Verhalten – Von der Gruppen- zur Multilevel-Selektion - Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: Evolution</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
• Evolution und Verhalten

Zeitaufwand: ca. 14 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können …
• UF2 zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden.
• E7 naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.
• K4 sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.

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: UF4, K4</td></tr>
<tr><td>Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</td><td>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans
Die Schülerinnen und Schüler …</td><td>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</td><td>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</td></tr>
<tr><td>Warum setzte sich das Leben in Gruppen trotz intraspezifischer Konkurrenz bei manchen Arten durch?
• Leben in Gruppen
• Kooperation</td><td>erläutern das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen (UF1, UF4).</td><td></td><td>Verschiedene Kooperationsformen werden anhand von wissenschaftlichen Untersuchungsergebnissen analysiert.
Die Ergebnisse werden gesichert.</td></tr>
</table>

	analysieren anhand von Daten die evolutionäre Entwicklung von Sozialstrukturen [(Paarungssysteme, Habitatwahl)] unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (E5, UF2, UF4, K4).		
Welche Vorteile haben die kooperativen Sozialstrukturen für den Einzelnen? • Evolution der Sexualität • Sexuelle Selektion • Paarungssysteme • Brutpflegeverhalten • Altruismus	analysieren anhand von Daten die evolutionäre Entwicklung von Sozialstrukturen (Paarungssysteme, Habitatwahl) unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (E5, UF2, UF4, K4).	**z.B. Bilder** von Tieren mit deutlichen Sexualdimorphismen **Informationstexte** (von der Lehrkraft ausgewählt) • zu Beispielen aus dem Tierreich und • zu ultimaten Erklärungsansätzen bzw. Theorien (Gruppenselektionstheorie und Individualselektionstheorie) Wenn möglich Zoobesuch mit Beobachtungsaufgaben zur evolutionären Entwicklung und Verhalten im Zoo. Daten aus der Literatur zum Gruppenverhalten und Sozialstrukturen von Schimpansen, Gorillas und Orang-Utans	Lebensgemeinschaften werden anhand von wissenschaftlichen Untersuchungsergebnissen und grundlegenden Theorien analysiert. Erklärungshypothesen werden veranschaulichend dargestellt. Ergebnisse werden vorgestellt und seitens der SuS inhalts- und darstellungsbezogen beurteilt.
<u>Leistungsbewertung:</u> ggf. Klausur			

Unterrichtsvorhaben XIV: Thema/ Kontext: Spuren der Evolution – *Wie kann man Evolution sichtbar machen?*			
Inhaltsfeld: Evolution			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Evolutionsbelege **Zeitaufwand:** 6 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **E2** Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern. • **E3** mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten.	
Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Wie lassen sich Rückschlüsse auf Verwandtschaft ziehen? • Verwandtschaftsbeziehungen • Divergente und konvergente Entwicklung • Stellenäquivalenz	erstellen und analysieren Stammbäume anhand von Daten zur Ermittlung der Verwandtschaftsbeziehungen von Arten (E3, E5). deuten Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Merkmalen von	**Ergebnisse des Zoobesuchs** als Basis zur Erstellung von Stammbäumen **Zeichnungen** und **Bilder** zur konvergenten und divergenten Entwicklung	Die Ergebnisse des Zoobesuchs werden ausgewertet. Die Homologiekriterien werden anhand ausgewählter Beispiele erarbeitet und formuliert (u.a. auch Entwicklung von Progressions- und Regressionsreihen). Der Unterschied zur konvergenten Entwicklung wird diskutiert.

	Organismen zum Beleg konvergenter und divergenter Entwicklungen (E5). stellen Belege für die Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie [(u.a. Molekularbiologie)] adressatengerecht dar (K1, K3).		Beispiele in Bezug auf homologe oder konvergente Entwicklung werden analysiert (möglich: Strauß /Nandu, Stachelschwein/ Greifstachler, südamerikanischer /afrikanischer Lungenfisch).
Wie lässt sich evolutiver Wandel auf genetischer Ebene belegen? • Molekularbiologische Evolutionsmechanismen • Epigenetik	stellen Belege für die Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie (u.a. Molekularbiologie) adressatengerecht dar (K1, K3). beschreiben und erläutern molekulare Verfahren zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen (UF1, UF2). analysieren molekulargenetische Daten und deuten sie mit Daten aus klassischen Datierungsmethoden im Hinblick auf Verbreitung von Allelen und Verwandtschaftsbeziehungen von Lebewesen (E5, E6). belegen an Beispielen den aktuellen evolutionären Wandel von Organismen (u.a. mithilfe von Daten aus Gendatenbanken) (E2, E5).	**Beispiele: molekulargenetische Untersuchungsergebnisse** am Bsp. der Hypophysenhinterlappenhormone oder Cytochrom c **Strukturierte Kontroverse** (WELL) **Materialien** zu Atavismen, Rudimenten und zur biogenetischen Grundregel (u.a. auch Homöobox-Gene)	Unterschiedliche molekulargenetische Methoden werden erarbeitet und mit Stammbäumen, welche auf klassischen Datierungsmethoden beruhen, verglichen. Neue Möglichkeiten der Evolutionsforschung werden beurteilt: Sammeln von Pro- und Contra-Argumenten Anhand der Materialien werden Hypothesen zur konvergenten und divergenten Entwicklung entwickelt.

Wie lässt sich die Abstammung von Lebewesen systematisch darstellen? • Grundlagen der Systematik	beschreiben die Einordnung von Lebewesen mithilfe der Systematik und der binären Nomenklatur (UF1, UF4). entwickeln und erläutern Hypothesen zu phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Homologien (E3, E5, K1, K4).	**Informationstexte und Abbildungen** **Materialien** zu Wirbeltierstammbäumen	Die Klassifikation von Lebewesen wird eingeführt. Ein Glossar kann erstellt werden. Verschiedene Stammbaumanalyse-methoden werden verglichen.
Leistungsbewertung: Klausur			

Unterrichtsvorhaben XV:

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

Inhaltsfeld: Evolution

Inhaltliche Schwerpunkte:	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**
• Evolution des Menschen **Zeitaufwand:** 14 Std. à 45 Minuten	Die Schülerinnen und Schüler können … • **UF3** biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen. • **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern. • **K4** sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.

Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompe-tenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**

Mensch und Affe – wie nahe verwandt sind sie? • Primatenevolution	ordnen den modernen Menschen kriteriengeleitet den Primaten zu (UF3).		
Wie erfolgte die Evolution des Menschen? • Hominidenevolution	diskutieren wissenschaftliche Befunde (u.a. Schlüsselmerkmale) und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch-konstruktiv (K4, E7).	Bilder, Graphiken, Texte über unterschiedliche Hominiden	Die Unterschiede und Gemeinsamkeiten früherer Hominiden und Sonderfälle (Flores, Dmanisi) werden erarbeitet. Die Hominidenevolution wird anhand von Weltkarten, Stammbäumen, etc. zusammengefasst.
Wieviel Neandertaler steckt in uns? • Homo sapiens sapiens und Neandertaler	diskutieren wissenschaftliche Befunde und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch-konstruktiv (K4, E7).	**Materialien** zu molekularen Untersuchungsergebnissen (Neandertaler, Jetztmensch)	Wissenschaftliche Untersuchungen werden kritisch analysiert.
Wie kam es zur Geschlechtsspezifität? • Evolution des Y-Chromosoms	stellen Belege für die Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie (u.a. Molekularbiologie) adressatengerecht dar. (K1, K3). erklären mithilfe molekulargenetischer Modellvorstellungen zur Evolution der Genome die genetische Vielfalt der Lebewesen. (K4, E6). diskutieren wissenschaftliche Befunde und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch-konstruktiv (K4, E7).		

Wie lässt sich Rassismus biologisch widerlegen? • Menschliche Rassen gestern und heute	bewerten die Problematik des Rasse-Begriffs beim Menschen aus historischer und gesellschaftlicher Sicht und nehmen zum Missbrauch dieses Begriffs aus fachlicher Perspektive Stellung (B1, B3, K4).	**Texte** über historischen und gesellschaftlichen Missbrauch des Rasse-Begriffs **Podiumsdiskussion** **Kriterienkatalog** zur Auswertung von Podiumsdiskussionen	Argumente werden mittels Belegen aus der Literatur erarbeitet und diskutiert. Die Podiumsdiskussion wird anhand des Kriterienkatalogs reflektiert.
Leistungsbewertung: • **KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“** (angekündigte schriftliche Überprüfung), ggf. Klausur			

Qualifikationsphase II

Grundkurs

Unterrichtsvorhaben IV: Neurobiologie
Thema/Kontext: Molekulare und zellbiologische Grundlagen der Informationsverarbeitung und Wahrnehmung – *Wie wird aus einer durch einen Reiz ausgelösten Erregung eine Wahrnehmung?*

Inhaltsfeld: IF 4 Neurobiologie (Vorgaben für das Zentralabitur 2020/2021)

Inhaltliche Schwerpunkte: Aufbau und Funktion von Neuronen, Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung

Schwerpunkteübergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können …
- UF1 Wiedergabe
- UF2 Auswahl
- E6 Modelle
- K3 Präsentation

Zeitbedarf: ca. 20 Std. à 45 Minuten

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Aufbau und Funktion von Neuronen: Das Neuron Entstehung des Ruhe- und Aktionspotentials	beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1) 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)	Neuronmodell z.B. Einsatz eines Präsentations-programmes	
Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung: Erregungsleitung Synapsen Verrechnungsprozesse an Synapsen **Schwerpunktthema:** Synapsengifte – neuroaktive Stoffe Synapsengifte als Arzneimittel Der neuronale Weg vom Reiz zur Reaktion	erklären die Weiterleitung des Aktionspotentials an myelinisierten Axonen (UF1) erläutern die Verschaltung von Neuronen bei der Erregungsweiterleitung und der Verrechnung von Potentialen mit der Funktion der Synapsen auf molekularer Ebene (UF1, UF3) 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) erläutern die Verschaltung von Neuronen bei der Erregungsweiterleitung und der Verrechnung von Potentialen mit der Funktion der Synapsen auf molekularer Ebene (UF1, UF3)	z. B. Dominomodell Synapsenmodell z.B. Funktionsmodell zur neuronalen Verschaltung z. B. Gifte des Kugelfisches, Kegelschnecke, Schwarze Witwe, Curare, Neurotransmitter	Kritische Auseinandersetzung mit dem Modell Entwicklung eines Modells Modellreflexion Vertiefung des naturwissenschaftlichen Erkenntnisgangs

Das menschliche Auge – ein Lichtsinnesorgan: Vom Reiz zum Sinneseindruck	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) stellen das Prinzip der Signaltransduktion an einem Rezeptor anhand von Modellen dar (E6, UF1, UF2, UF4)	z. B. Versuche zur Bildentstehung, zum blinden Fleck, räumlichen Sehen, Nahpunkt, evtl. als Stationen z.B. Phototransduktion	möglichst im offenen Unterricht, z. B. Stationenlernen
Diagnose von Schülerkompetenzen: Leistungsbewertung: • Klausur			

Unterrichtsvorhaben V: Neurobiologie **Thema/Kontext:** Lernen und Gedächtnis – *Wie muss ich mich verhalten, um Abiturstoff am besten zu lernen und zu behalten?*
Inhaltsfeld: IF 4 Neurobiologie (Vorgabe für das Zentralabitur 2020/2021)
Inhaltliche Schwerpunkte: Plastizität und Lernen **Schwerpunkteübergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • K1 Dokumentation • UF4 Vernetzung

Zeitbedarf: ca. 8 Std. à 45 Minuten

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Plastizität und Lernen **Wie funktioniert unser Gedächtnis?** • Informationsverarbeitung im Zentralnervensystem • Bau des Gehirns • Hirnfunktionen **Was passiert, wenn eine Information aus dem Kurzzeit- ins Langzeitgedächtnis überführt wird?** • Neuronale Plastizität **Welche Möglichkeiten und Grenzen bestehen bei bildgebenden Verfahren?** • fMRT	erklären die Rolle von Sympathikus und Parasympathikus bei der neuronalen und hormonellen Regelung von physiologischen Funktionen an Beispielen (UF4, E6, UF2, UF1) stellen aktuelle Modellvorstellungen zum Gedächtnis auf anatomisch-physiologischer Ebene dar (K3, B1). erklären die Bedeutung der Plastizität des Gehirns für ein lebenslanges Lernen (E6, UF4). ermitteln mithilfe von Aufnahmen eines bildgebenden Verfahrens Aktivitäten verschiedener Gehirnareale (E5, UF4)	Lernumgebung zum Thema „Gedächtnis und Lernen“ Diese enthält: • Informationsblätter zu Mehrspeichermodellen: a) Atkinson & Shiffrin (1971) b) Brandt (1997) c) Pritzel, Brand, Markowitsch (2003) • Internetquelle zur weiterführenden Recherche für SuS: Uni Linz gestufte Hilfen mit Leitfragen zum Modellvergleich Informationstexte zu a) Mechanismen der neuronalen Plastizität	An dieser Stelle kann sehr gut ein Lernprodukt in Form einer Wikipedia-Seite zum effizienten Lernen erstellt werden. Vorschlag: Herausgearbeitet werden soll der Einfluss von: • Stress • Schlaf bzw. Ruhephasen • Versprachlichung • Wiederholung von Inhalten Gemeinsamkeiten der Modelle (z.B. Grundprinzip: Enkodierung – Speicherung – Abruf) und Unterschiede (Rolle und Speicherung im Kurz- und Langzeitgedächtnis) werden herausgestellt. Möglichkeiten und Grenzen der Modelle werden herausgearbeitet. Im Vordergrund stehen die Herausarbeitung und Visualisierung des Begriffs

		b) neuronalen Plastizität in der Jugend und im Alter MRT und fMRT Bilder, die unterschiedliche Struktur- und Aktivitätsmuster bei Probanden zeigen. Informationstexte, Bilder und kurze Filme zu PET und fMRT	„Neuronale Plastizität“: (Umbau-, Wachstums-, Verzweigungs- und Aktivitätsmuster von Nervenzellen im Gehirn mit besonderem Schwerpunkt auf das Wachstum der Großhirnrinde) Möglichkeiten und Grenzen der Modelle werden einander gegenübergestellt.
Wie beeinflusst Stress unser Lernen? • Einfluss von Stress auf das Lernen und das menschliche Gedächtnis • Cortisol-Stoffwechsel		**Datenmaterial Informationstext zum Cortisol-Stoffwechsel (CRH, ACTH, Cortisol)** **Kriterien zur Erstellung von Merkblättern der SuS**	Die Messungen von Augenbewegungen und Gedächtnisleistungen in Ruhe und bei Störungen werden ausgewertet. (Idealerweise authentische Messungen bei einzelnen SuS) Konsequenzen für die Gestaltung einer geeigneten Lernumgebung werden auf Basis der Datenlage abgeleitet. Sie könnten z.B. in Form eines Merkblatts zusammengestellt werden.
Welche Erklärungsansätze gibt es zur ursächlichen Erklärung von Morbus Alzheimer und welche Therapie-Ansätze und Grenzen gibt es? • Degenerative Erkrankungen des Gehirns	recherchieren und präsentieren aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu einer degenerativen Erkrankung (K2, K3).	Recherche in digitalen und analogen Medien, die von den SuS selbst gewählt werden. formale Kriterien zur Erstellung eines Flyers Beobachtungsbögen Reflexionsgespräch	Informationen und Abbildungen werden recherchiert. An dieser Stelle bietet es sich an, ein Lernprodukt in Form eines Informationsflyers zu erstellen. Präsentationen werden inhalts- und darstellungsbezogen beobachtet und reflektiert.

Wie wirken Neuroenhancer? • Neuro-Enhancement: ○ Medikamente gegen Alzheimer, Demenz und ADHS	dokumentieren und präsentieren die Wirkung von endo- und exogenen Stoffen auf Vorgänge am Axon, der Synapse und auf Gehirnareale an konkreten Beispielen (K1, K3, UF2). erklären Wirkungen von exogenen Substanzen auf den Körper und bewerten mögliche Folgen für Individuum und Gesellschaft (B3, B4, B2, UF4)	Arbeitsblätter zur Wirkungsweise von verschiedenen Neuro-Enhancern Partnerarbeit Kurzvorträge mithilfe von Abbildungen (u. a. zum synaptischen Spalt) Unterrichtsgespräch Erfahrungsberichte Podiumsdiskussion zum Thema: Sollen Neuroenhancer allen frei zugänglich gemacht werden? Rollenkarten mit Vertretern verschiedener Interessengruppen.	Die Wirkweise von Neuroenhancern (auf Modellebene!) wird erarbeitet. Im Unterricht werden Gemeinsamkeiten und Unterschiede der verschiedenen Neuroenhancer gemeinsam erarbeitet und systematisiert. An dieser Stelle bietet sich eine Podiumsdiskussion an.
Diagnose von Schülerkompetenzen: • **KLP-Überprüfungsform: „Bewertungsaufgabe“ (z.B. zum Thema: Neuroenhancement – Chancen oder Risiken?)** Leistungsbewertung: • ggf. Klausur			

Qualifikationsphase II **Leistungskurs**

Unterrichtsvorhaben IV: Neurobiologie

Thema/Kontext: Molekulare und zellbiologische Grundlagen der Informationsverarbeitung und Wahrnehmung – *Wie wird aus einer durch einen Reiz ausgelösten Erregung eine Wahrnehmung?*

Inhaltsfeld: IF 4 Neurobiologie (Vorgabe für das Zentralabitur 2020/2021) Zusatz im Vergleich zum GK

Inhaltliche Schwerpunkte: Aufbau und Funktion von Neuronen, Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung

Schwerpunkteübergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können …

- UF1 Wiedergabe
- UF2 Auswahl
- E6 Modelle
- K3 Präsentation

Zeitbedarf: ca. 18 Std. à 45 Minuten

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Aufbau und Funktion von Neuronen: Das Neuron Entstehung des Ruhe- und Aktionspotentials	beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1) 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) leiten aus Messdaten der Patch-Clamp-Technik Veränderungen von Ionenströmen durch Ionenkanäle ab und entwickeln dazu Modellvorstellungen (E5, E6, K4)	Neuronmodell z. B. Einsatz eines Präsentations-programmes	

Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung: Erregungsleitung Synapsen Verrechnungsprozesse an Synapsen **Schwerpunktthema:** Synapsengifte – neuroaktive Stoffe Synapsengifte als Arzneimittel Der neuronale Weg vom Reiz zur Reaktion	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) erläutern die Verschaltung von Neuronen bei der Erregungsweiterleitung und der Verrechnung von Potentialen mit der Funktion der Synapsen auf molekularer Ebene (UF1, UF3) 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) erläutern die Verschaltung von Neuronen bei der Erregungsweiterleitung und der Verrechnung von Potentialen mit der Funktion der Synapsen auf molekularer Ebene (UF1, UF3)	z. B. Dominomodell Synapsenmodell z.B. Funktionsmodell zur neuronalen Verschaltung z. B. Gifte des Kugelfisches, Kegelschnecke, Schwarze Witwe, Curare, Neurotransmitter	Kritische Auseinandersetzung mit dem Modell Entwicklung eines Modells Modellreflexion Vertiefung des naturwissenschaftlichen Erkenntnisgangs
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> <u>Leistungsbewertung:</u> • Klausur			

Unterrichtsvorhaben V: Neurobiologie
Thema/Kontext: Fototransduktion – *Wie entsteht aus der Erregung einfallender Lichtreize ein Sinneseindruck im Gehirn?*
Zusatz im Vergleich zum GK

Inhaltsfeld: IF 4 Neurobiologie

Inhaltliche Schwerpunkte: Leistungen der Netzhaut, Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung
Schwerpunkteübergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können …

- E6 Modelle
- K3 Präsentation

Zeitbedarf: ca. 8 Std. à 45 Minuten

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Leistungen der Netzhaut Das menschliche Auge – ein Lichtsinnesorgan: Leistungen der Netzhaut Vom Reiz zum Sinneseindruck Adaptation - Anpassung der Lichtempfindlichkeit Fototransduktion- Signaltransduktion Farben entstehen im Kopf	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) stellen die Veränderung der Membranspannung an Lichtsinneszellen anhand von Modellen dar und beschreiben die Bedeutung des *second messengers und d*er Reaktionskaskade bei der Fototransduktion (E6, E1)	z. B. Versuche zur Bildentstehung, zum blinden Fleck, räumlichen Sehen, Nahpunkt,…	möglichst im offenen Unterricht, z. B. Stationenlernen

Kontraste verbessern die Wahrnehmung	erläutern den Aufbau und die Funktion der Netzhaut unter den Aspekten der Farb- und Kontrastwahrnehmung (UF3, UF4)		

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

Inhaltsfeld: IF 4 Neurobiologie (Vorgabe für das Zentralabitur 2020/2021) Zusatz im Vergleich zum GK

Inhaltliche Schwerpunkte: Plastizität und Lernen; Methoden der Neurobiologie

Schwerpunkteübergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können …
- UF4 Vernetzung
- K2 Recherche
- K3 Präsentation
- B4 Möglichkeiten und Grenzen

Zeitbedarf: ca. 17 Std. à 45 Minuten

Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Plastizität und Lernen **Wie funktioniert unser Gedächtnis?** • Informationsverarbeitung im Zentralnervensystem • Bau des Gehirns • Hirnfunktionen	erklären die Rolle von Sympathikus und Parasympathikus bei der neuronalen und hormonellen Regelung von physiologischen Funktionen an Beispielen (UF4, E6, UF2, UF1)	Lernumgebung zum Thema „Gedächtnis und Lernen“ Diese enthält:	An dieser Stelle kann sehr gut ein Lernprodukt in Form einer Wikipedia-Seite zum effizienten Lernen erstellt werden. Vorschlag: Herausgearbeitet werden soll der Einfluss von: • Stress • Schlaf bzw. Ruhephasen

Was passiert, wenn eine Information aus dem Kurzzeit- ins Langzeitgedächtnis überführt wird? • Neuronale Plastizität **Welche Möglichkeiten und Grenzen bestehen bei bildgebenden Verfahren?** • PET • MRT, fMRT	stellen aktuelle Modellvorstellungen zum Gedächtnis auf anatomisch-physiologischer Ebene dar (K3, B1). erklären den Begriff der Plastizität anhand geeigneter Modelle und leiten die Bedeutung für ein lebenslanges Lernen ab (E6, UF4). 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).	• Informationsblätter zu Mehrspeichermodellen: a) Atkinson & Shiffrin (1971) b) Brandt (1997) c) Pritzel, Brand, Markowitsch (2003) • Internetquelle zur weiterführenden Recherche für SuS: Uni Linz gestufte Hilfen mit Leitfragen zum Modellvergleich Informationstexte zu a) Mechanismen der neuronalen Plastizität b) neuronalen Plastizität in der Jugend und im Alter MRT und fMRT Bilder, die unterschiedliche Struktur- und Aktivitätsmuster bei Probanden zeigen. Informationstexte, Bilder und kurze Filme zu PET und fMRT	• Versprachlichung • Wiederholung von Inhalten 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. Im Vordergrund stehen die Herausarbeitung und Visualisierung des Begriffs „Neuronale Plastizität“: (Umbau-, Wachstums-, Verzweigungs- und Aktivitätsmuster von Nervenzellen im Gehirn mit besonderem Schwerpunkt auf das Wachstum der Großhirnrinde) Möglichkeiten und Grenzen der Modelle werden einander gegenübergestellt.
Wie beeinflusst Stress unser Lernen? • Einfluss von Stress auf das Lernen und das menschliche Gedächtnis • Cortisol-Stoffwechsel		Datenmaterial Informationstext zum Cortisol-Stoffwechsel (CRH, ACTH, Cortisol) Kriterien zur Erstellung von Merkblättern der SuS	Die Messungen von Augenbewegungen und Gedächtnisleistungen in Ruhe und bei Störungen werden ausgewertet. (Idealerweise authentische Messungen bei einzelnen SuS) Konsequenzen für die

			Gestaltung einer geeigneten Lernumgebung werden auf Basis der Datenlage abgeleitet. Sie könnten z.B. in Form eines Merkblatts zusammengestellt werden.
Welche Erklärungsansätze gibt es zur ursächlichen Erklärung von Morbus Alzheimer und welche Therapie-Ansätze und Grenzen gibt es? • Degenerative Erkrankungen des Gehirns	recherchieren und präsentieren aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu einer degenerativen Erkrankung (K2, K3).	Recherche in digitalen und analogen Medien, die von den SuS selbst gewählt werden. formale Kriterien zur Erstellung eines Flyers Beobachtungsbögen Reflexionsgespräch	Informationen und Abbildungen werden recherchiert. An dieser Stelle bietet es sich an, ein Lernprodukt in Form eines Informationsflyers zu erstellen. Präsentationen werden inhalts- und darstellungsbezogen beobachtet und reflektiert.
Wie wirken Neuroenhancer? • Neuro-Enhancement: ○ Medikamente gegen Alzheimer, Demenz und ADHS	dokumentieren und präsentieren die Wirkung von endo- und exogenen Stoffen auf Vorgänge am Axon, der Synapse und auf Gehirnareale an konkreten Beispielen (K1, K3, UF2). 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).	Arbeitsblätter zur Wirkungsweise von verschiedenen Neuro-Enhancern Partnerarbeit Kurzvorträge mithilfe von Abbildungen (u. a. zum synaptischen Spalt) Unterrichtsgespräch Erfahrungsberichte Podiumsdiskussion zum Thema: Sollen Neuroenhancer allen frei zugänglich gemacht werden? Rollenkarten mit Vertretern verschiedener Interessengruppen.	Die Wirkweise von Neuroenhancern (auf Modellebene!) wird erarbeitet. Im Unterricht werden Gemeinsamkeiten und Unterschiede der verschiedenen Neuroenhancer gemeinsam erarbeitet und systematisiert. An dieser Stelle bietet sich eine Podiumsdiskussion an.
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u>			

- **KLP-Überprüfungsform: „Bewertungsaufgabe“ (z.B. zum Thema: Neuroenhancement – Chancen oder Risiken?)**

Leistungsbewertung:

- ggf. Klausur