

Grundkurs und Leistungskurs – Q 1:

Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)

- **Unterrichtsvorhaben I: *Warum sehe ich eigentlich meinen Eltern (nicht) ähnlich?***
Wie steuern Gene die Ausprägung von Merkmalen, welche Konsequenzen haben Veränderungen der genetischen Strukturen für einen Organismus und welche regulatorischen Proteine und Prozesse kontrollieren die Genexpression?
- **Unterrichtsvorhaben II: *Humangenetische Beratung – Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf?***

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Meiose und Rekombination
- Analyse von Familienstammbäumen
- Proteinbiosynthese
- Genregulation
- Gentechnik / [Gentechnologie](#)
- Bioethik

Basiskonzepte:

System

Merkmal, Gen, Allel, Genwirkkette, DNA, Chromosom, Genom, [Stammzelle](#), Rekombination, [Synthetischer Organismus](#)

Struktur und Funktion

Proteinbiosynthese, Genetischer Code, Genregulation, Transkriptionsfaktor, [RNA-Interferenz](#), Mutation, [Proto-Onkogen](#), [Tumor-Suppressorgen](#), [DNA-Chip](#)

Entwicklung

[Transgener Organismus](#), [Synthetischer Organismus](#), [Epigenese](#), Zelldifferenzierung, Meiose

Zeitbedarf:

ca. 40 Ustd. à 45 Minuten (Grundkurs)

ca. 75 Ustd. à 45 Minuten ([Leistungskurs](#))

Unterrichtsvorhaben I

Thema/Kontext: *Warum sehe ich eigentlich meinen Eltern (nicht) ähnlich? Wie steuern Gene die Ausprägung von Merkmalen, welche Konsequenzen haben Veränderungen der genetischen Strukturen für einen Organismus und welche regulatorischen Proteine und Prozesse kontrollieren die Genexpression?*

Inhaltsfeld 3: Genetik

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Proteinbiosynthese
- Genregulation

Zeitbedarf:

ca. 25 Ustd. à 45 Minuten (Grundkurs)

ca. 49 Ustd. à 45 Minuten (Leistungskurs)

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können...

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

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...
<i>Problematisierung: Wie werden Merkmale von Eltern an Kinder weitergegeben?</i>	
<i>Wiederholung DNA</i>	
<p><i>Wie werden die Keimzellen gebildet und welche Unterschiede gibt es bei Frau und Mann?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Meiose* • Spermatogenese / Oogenese <p><i>Wo entscheidet sich die genetische Ausstattung einer Keimzelle und wie entsteht genetische Vielfalt?</i> inter- und intrachromosomale Rekombination (Crossing-over und Rekombinationsmöglichkeiten).</p>	<p>...erläutern die Grundprinzipien der inter- und intrachromosomalen Rekombination (Reduktion und Neukombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung (UF4).</p>
<p><i>Wie steuern Gene die Ausprägung von Merkmalen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ein-Gen-ein-Polypeptid-Hypothese 	<p>erläutern wissenschaftliche Experimente zur Aufklärung der Proteinbiosynthese, generieren Hypothesen auf der Grundlage der Versuchspläne und interpretieren die Versuchsergebnisse (E3, E4, E5).</p>

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...
<ul style="list-style-type: none"> • Proteinbiosynthese • Mechanismus der Transkription • Genetischer Code <ul style="list-style-type: none"> ○ Aufklärung ○ Eigenschaften • Mechanismus der Translation • Vergleich der Proteinbiosynthese bei Prokaryonten und Eukaryonten • RNA-Prozessierung <p style="text-align: right;">ca. 8Ustd. / 10 Ustd.</p>	<p>vergleichen die molekularbiologischen Abläufe in der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten (UF1, UF3).</p> <p>benennen Fragestellungen und stellen Hypothesen zur Entschlüsselung des genetischen Codes auf und erläutern klassische Experimente zur Entwicklung der Code-Sonne (E1, E3, E4).</p> <p>erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Genmutationen / Mutationstypen (UF1, UF2).</p>
<p><i>Wie wirken sich Veränderungen im genetischen Code aus?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Genmutationen 	<p>erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Genmutationen / Mutationstypen (UF1, UF2).</p>

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...
<ul style="list-style-type: none"> • Genwirkketten • Chromosomen- und Genommutationen (hier z. B. Trisomie 21) <p><i>Wodurch entstehen Mutationen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mutagene • Protoonkogene und Tumor-Suppressorgene <p style="text-align: right;">ca. 5 Ust. / 15 Ust.</p>	<p>erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp (u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4)</p> <p>erklären mithilfe eines Modells die Wechselwirkung von Proto-Onkogenen und Tumor-Suppressorgenen auf die Regulation des Zellzyklus und beurteilen die Folgen von Mutationen in diesen Genen (E6, UF1, UF3, UF4).</p> <p>IM LK VERPFLICHTEND!</p>
<p><i>Wie wird die Bildung von Proteinen bei Prokaryoten reguliert?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Tryp-Operon • Lac-Operon 	<p>erläutern und entwickeln Modellvorstellungen auf der Grundlage von Experimenten zur Aufklärung der Genregulation bei Prokaryoten (E2, E5, E6)</p>

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...
<p>Wie wird die Bildung von Proteinen bei Eukaryoten reguliert?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transkriptionsebene • DNA-Methylierung • Translationsebene RNA-Interferenz 	<p>erläutern die Bedeutung der Transkriptionsfaktoren für die Regulation von Zellstoffwechsel und Entwicklung (UF1, UF4)</p> <p>erklären mit Hilfe von Modellen genregulatorische Vorgänge bei Eukaryoten (E6)</p> <p>erläutern epigenetische Modelle zur Regulation des Zellstoffwechsels und leiten Konsequenzen für den Organismus ab (E6)</p> <p>erklären einen epigenetischen Mechanismus als Modell zur Regelung des Zellstoffwechsels (E6)</p>

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i> inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

Leistungsbewertung:
ggf. Klausur

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
*	https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/bio/gym/bp2004/fb3/4_klasse9_10/5_vortest/	Vortest für Schülerinnen und Schüler, um die Wissensgrundlagen für die folgende Unterrichtseinheit herzustellen. Online durchführbar oder als pdf- oder Word-Dokument zum Download inklusive Lösungen.
*	http://www.mallig.eduvnet.de/bio/Repetito/Meiose1.html	Interaktiver Online-Selbstlernkurs zur Meiose
1	http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt2.html	Das Unterrichtsmaterial „GENial einfach!“ wurde in Abstimmung mit Wissenschaftlern des Nationalen Genomforschungsnetzes (NGFN) sowie Didaktikern und Lehrkräften erstellt. Zu jedem Modul gibt es Arbeitsblätter mit Abbildungen und Aufgaben. Die Druckvorlagen der Arbeitsblätter sind komplett gestaltet. Jedes Modul schließt mit einer gestalteten Lernkontrolle – ebenfalls als PDF-Datei – ab.
2	https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/biologie/artikel/eiweissynthese	Schematische Abbildung des in vitro-Experiments
3	GIDA Molekulare Genetik - Proteinbiosynthese	Leicht verständliche Animationen und aufbereitetes Arbeitsmaterial. Eingestellt bei www.edmond-nrw.de zum kostenlosen Download.
4	http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/material/Modul%201/Mod_1_AB_5.pdf	vgl. 1
5a	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/vi-ew/5649	Lernaufgabe „Genmutationstypen am Beispiel der Krankheit Retinopathia pigmentosa“
5b	https://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/cms/zentral	In Aufgabe 3, Material C der Beispielaufgabe 2017 NRW BI GK sind zwei

	abitur-gost/faecher/getfile.php?file=4009	unterschiedliche Formen der Trisomie 21 Ursache für eine Alzheimer-Demenz.
6	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/vi-ew/5648	Lernaufgabe „Tumore: Zellen außer Kontrolle – Welchen Einfluss haben Gene auf die Entstehung von Krebs?“
7	http://molgen.biologie.uni-mainz.de/Downloads/PDFs/Grundpraktikum/transkription2-2017.pdf	Sehr umfassender Überblick über sowohl die negative als auch die positive Kontrolle des Lac-Operons mit zahlreichen Animationen, historischen Bezüge und weiterführenden Fragen.
8	https://www.youtube.com/watch?v=xshPL5hU0Kg	Das Video zeigt sowohl die DNA-Methylierung als auch die Acetylierung der Histone und definiert, was unter Epigenetik zu verstehen ist.
9	https://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/5540?print=yes	Der Artikel in Max-Wissen fasst auch für Schülerinnen und Schüler sehr verständlich DNA-Methylierung und Acetylierung der Histone zusammen.
10	https://www.spektrum.de/alias/videos-aus-der-wissenschaft/gene-zum-schweigen-gebracht-der-faszinierende-mechanismus-der-rna-interferenz/1155469	Das Video zeigt, wie die RNA-Interferenz an der Genregulation beteiligt ist und wie die Kenntnisse über den Mechanismus gentechnisch angewendet werden kann.
11	https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/bio/gym/bp2004/fb4/2_gen/zirkel/09_stat_4b/	Innerhalb dieses Lernzirkels können unterschiedliche Methoden der Gentechnik (u.a. <i>Agrobacterium tumefaciens</i> , BT-Mais, Knockout-Organismen, gv-Lachs und die angesprochene RNA-Interferenz) an Stationen erarbeitet werden.
12	https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/biologie_ibbp/agboehmer/lehre/genetechnik/ss2016/anti-matsch_tomate_2_.pdf	Das PDF-Dokument zeigt anschaulich die gentechnische Herstellung der Anti-Matsch-Tomate und kann alternativ zum Lernzirkel (siehe S.11) eingesetzt werden.

Letzter Zugriff auf die URL: 17.07.2018

Unterrichtsvorhaben II

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

Inhaltsfeld 5: Genetik

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Meiose und Rekombination
- Analyse von Familienstammbäumen
- Gentechnik / **Gentechnologie**
- Bioethik

Zeitbedarf:

ca. 15 Std. à 45 Minuten (Grundkurs)

ca. 26 Std. à 45 Minuten (Leistungskurs)

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können...

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

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...
<p><i>Wie lassen sich aus Familienstammbäumen Vererbungsmodi ermitteln?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyse von Familienstammbäumen • Erbgänge/Vererbungsmodi • genetisch bedingte Krankheiten 	<p>formulieren bei der Stammbaumanalyse Hypothesen zum Vererbungsmodus genetisch bedingter Merkmale (X-chromosomal, autosomal, Zweifaktorenanalyse; Kopplung, Crossing-over) und begründen die Hypothesen mit vorhandenen Daten auf der Grundlage der Meiose (E1, E3, E5, UF4, K4).</p>
<p><i>Wie können genetisch bedingte Krankheiten zuverlässig diagnostiziert werden?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Genanalyse mit Short-Tandem-Repeat-Analyse (STR) 	<p>erläutern molekulargenetische Verfahren (u.a. PCR, Gelelektrophorese) und ihre Einsatzgebiete (E4, E2, UF1).</p> <p>Die SuS geben die Bedeutung von DNA-Chips und Hochdurchsatz-Sequenzierung an und beurteilen / bewerten Chancen und Risiken. (B1, B3).</p>

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...
<p><i>Gentechnik: Welche therapeutischen Ansätze ergeben sich für durch Genmutationen bedingte Krankheiten?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gentechnische Grundoperationen • Anwendungsbereiche • Stammzellen • Ethische Bewertung 	<p>beschreiben molekulargenetische Werkzeuge und erläutern deren Bedeutung für gentechnische Grundoperationen (UF1).</p> <p>Die SuS stellen mithilfe geeigneter Medien die Herstellung transgener Lebewesen dar und diskutieren ihre Verwendung (K1, B3).</p> <p>begründen die Verwendung bestimmter Modelorganismen (u.a. E. coli) für besondere Fragestellungen genetischer Forschung (E6,E3)</p> <p>Die SuS beschreiben aktuelle Entwicklungen in der Biotechnologie bis hin zum Aufbau von synthetischen Organismen in ihren Konsequenzen für unterschiedliche Einsatzziele und bewerten sie (B3, B4).</p> <p>recherchieren Unterschiede zwischen embryonalen und adulten Stammzellen und präsentieren diese unter Verwendung geeigneter Darstellungsformen (K2, K3). IM LK VERPFLICHTEND!</p> <p>stellen naturwissenschaftlich-gesellschaftliche Positionen zum therapeutischen Einsatz von Stammzellen dar und beurteilen Interessen und Folgen ethisch (B3, B4). IM LK VERPFLICHTEND!</p>

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5646	Lernaufgabe zur Stammbaumanalyse
2	http://www.mallig.eduvinet.de/bio/Repetito/Banaly1.html	Interaktiver Online-Selbstlernkurs zur Stammbaumanalyse
3	http://www.biologyjunction.com/ecoli%20insulin%20factory.pdf	Mit Papier und Schere werden die Schritte zur Insulinsynthese durch Bakterien modellhaft nachvollzogen. Die Anleitung ist in englischer Sprache.
4	https://www.stammzellen.nrw.de/	Umfangreiche Internetseite, enthält u.a. Kurzvideos zu verschiedenen Typen von Stammzellen, und Download-Material für die Durchführung von Diskursprojekten zu der Forschung an humanen embryonalen Stammzellen sowie zum therapeutischen Klonen.
5	https://www.apotheken-umschau.de/AMD	Verständliche Materialien zu Ursachen und Symptomen der Makula-degeneration
6	https://www.gensuisse.ch/de/gentechnik-folienset	18 farbige und illustrierte Folien vermitteln übersichtlich und fundiert die Grundlagen der Gentechnik und zeigen anschauliche und leicht verständliche Anwendungsbeispiele zu verschiedenen Themen. Zu jeder Folie gibt es einen erklärenden Begleittext mit aktuellen und weiterführenden Informationen. Folien und Begleittexte stehen einzeln oder im Set als praktische PDF-Dateien zum Ausdrucken zur Verfügung.
7	Zentrale Klausur NRW BI GK 2006	In Aufgabe 2 „Pränatale Diagnoseverfahren in der humangenetischen Beratung“ zeigt das Karyogramm einer Frau mit Kinderwunsch eine balancierte Translokationstrisomie des Chromosom 21 auf das Chromosom 14, mithilfe des in Deutschland allerdings verbotenen Verfahrens der Polkörperchenanalyse soll das Risiko für die Geburt eines Kindes mit Down-Syndrom abgeschätzt werden, wenn eine von drei befruchteten Eizellen implantiert wird.

