



Inhaltsfeld 5: Ökologie

- **Unterrichtsvorhaben I:** Autökologische Untersuchungen – Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf die Standortwahl und Anpasstheiten von Organismen?
- **Unterrichtsvorhaben II:** Erforschung der Fotosynthese – Wie entsteht aus Lichtenergie eine für alle Lebewesen nutzbare Form der Energie?
- **Unterrichtsvorhaben III:** Populationsdynamik – Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?
- **Unterrichtsvorhaben IV:** Systemökologie - Wie erfolgen globale Stoffkreisläufe und Energiefluss
- **Unterrichtsvorhaben V:** Veränderungen von Ökosystemen – Welchen Einfluss haben anthropogene Faktoren auf ausgewählte Ökosysteme?

Inhaltliche Schwerpunkte:

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

Basiskonzepte:

System

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

Struktur und Funktion

Chloroplast, ökologische Nische, ökologische Potenz, Populationsdichte

Entwicklung

Sukzession, Populationswachstum, Lebenszyklusstrategie

Zeitbedarf:

ca. 30 Std. à 67,5 Minuten (GK)

ca. 50 Std. à 67,5 Minuten (LK)

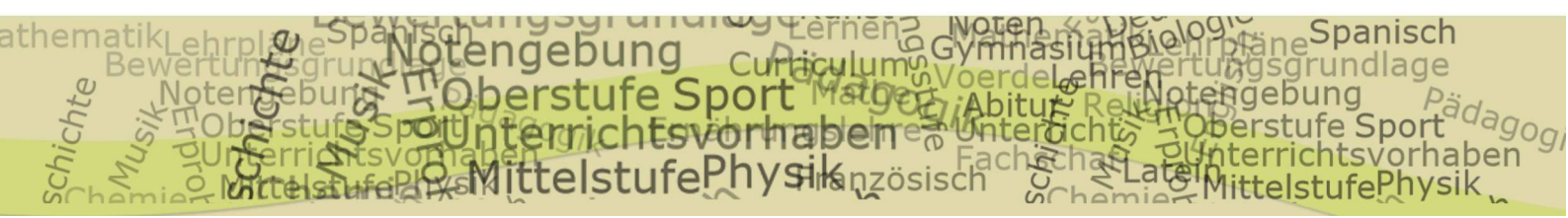


Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben I: Thema/Kontext: Autökologische Untersuchungen – Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf die Standortwahl und Anpasstheiten von Organismen?		
Inhaltsfeld 5: Ökologie		
Inhaltliche Schwerpunkte: • Umweltfaktoren und ökologische Potenz		
Zeitbedarf: ca. 8 Std. à 67,5 Minuten (Grundkurs) ca. 12 Std. à 67,5 Minuten (Leistungskurs)	Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler können ... • UF3 biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen. • E1 selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren. • E2 Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern. • E4 Experimente mit komplexen Versuchsplänen und –aufbauten mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien (Sicherheit, Messvorschriften, Variablenkontrolle, Fehleranalyse) durchführen. • E5 Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern. • K4 sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen belegen bzw. widerlegen.	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans und digitaler Medieneinsatz (Medienkompetenzrahmen) Die Schülerinnen und Schüler	Didaktisch - methodische Anmerkungen mit empfohlenen Lehrmitteln, Materialien, Methoden
Womit beschäftigt sich die Ökologie? • Ökologie, Autökologie, Synökologie, Systemökologie • Biozönose, Biotop, Ökosystem • Art, Population	• 2.1 MKR: Informationsrecherchen zielgerichtet durchführen und dabei Suchstrategien anwenden	• allgemeine Einführung in die Ökologie • Begriffsdefinitionen erarbeiten (lassen) • Glossar anlegen



verschiedenen Bedingungen		Transpirationsleistung unter unterschiedlichen Bedingungen.
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> • SuS erstellten Glossar mit zentralen Fachbegriffen. • Erstellung einer Concept Map (oder ähnliche Visualisierungstechnik) zur Strukturierung der erlernten Unterrichtsinhalte <u>Leistungsbewertung:</u> • KLP-Überprüfungsform: „experimentelle Aufgabe“ (Entwicklung von Versuchsaufbauten zur Untersuchung von einem gegebene abiotischen Faktor) • ggf. als Teil einer Klausur		





Unterrichtsvorhaben II: Thema/Kontext: Erforschung der Fotosynthese – <i>Wie entsteht aus Lichtenergie eine für alle Lebewesen nutzbare Form der Energie?</i> Inhaltsfeld 5: Ökologie Inhaltliche Schwerpunkte: Fotosynthese Zeitbedarf: ca. 10 Std. à 67,5 Minuten (Leistungskurs)		
Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler können ... UF 1 biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern. E 1 selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren. E 3 mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten. K3 biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren.		
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans und digitaler Medieneinsatz (Medienkompetenzrahmen) Die Schülerinnen und Schüler	Didaktisch - methodische Anmerkungen mit empfohlenen Lehrmitteln, Materialien, Methoden
<i>Welche Bedingungen sind für eine optimale Fotosyntheserate förderlich?</i>		Über die Fotosyntheseleistung von Licht- und Schattenpflanzen wird ein Einstieg in die Thematik „Fotosynthese“ geschaffen. „Aufhänger“ z. B.: Warum brauchen wir Gewächshäuser?
<i>Welche abiotischen Faktoren nehmen Einfluss auf die Fotosynthese?</i> - Versuch zur CO₂, Temperatur- und Lichtabhängigkeit der FS - reelle und apparente Fotosynthese, Kompensationspunkt	- analysieren Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen abiotischen Faktoren (E5), - leiten aus Forschungsexperimenten zur Aufklärung der Fotosynthese zu Grunde liegende Fragestellungen und Hypothesen ab (E1, E3, UF2, UF4),	- ggf. Versuche mit Cabomba (notfalls auch mit Elodea) - detaillierte Versuchsbeschreibung und -auswertung in Wort und Schrift (vgl. Abhängigkeit der Fotosynthese von äußeren Faktoren; Linder, S. 232-233) - Schemazeichnungen, Modell der Gewebe des Laubblattes, Wdh. Bau des Chloroplasten



Wie wird Lichtenergie in eine für alle Lebewesen nutzbare Form der Energie umgewandelt? • Chemosmotische Theorie: Bereitstellung von Energie über Protonengradienten • Modelle zur Foto- und Synthesereaktion	• 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). • 4.1 MKR Medienprodukte adressatengerecht planen, gestalten und präsentieren; Möglichkeiten des Veröffentlichens und Teilens kennen und nutzen • 4.2 MKR Gestaltungsmittel von Medienprodukten kennen, reflektiert anwenden sowie hinsichtlich ihrer Qualität, Wirkung und Aussageabsicht beurteilen	• Versuche von Engelmann • ggf. Chromatographie von Blattfarbstoffen • Versuche von Arnon et al. (Natura, S. 219) • Algen produzieren Kohlenhydrate (AB Linder) • Erstellen von Modellen und Schemazeichnungen zur Fotosynthese • Modellkritik
• <i>Fotosynthesespezialisten CAM- Pflanzen und C4-Pflanzen</i>	• 2.2 MKR Themenrelevante Informationen und Daten aus Medienangeboten filtern, strukturieren, umwandeln und aufbereiten	Alternative Fotosynthesestrategien als Anpassung an Standortbedingungen (Recherche, Präsentation)
Diagnose von Schülerkompetenzen: • Von SuS erstellte Testfragen zur gegenseitigen Lernkontrolle. • Erstellung eines Stop-Motion-Videos zu Foto- und Synthesereaktion • Concept Map zur Strukturierung der erlernten Unterrichtsinhalte Leistungsbewertung: ggf. als Teil einer Klausur • KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“ (Aufgaben zur Wirkung von Fotosynthesehemmstoffen) oder „Darstellungsaufgabe“ (Erstellen einer schematischen Darstellung zur Fotosynthese von CAM-, oder C4-Pflanzen) ggf. als Teil einer Klausur		



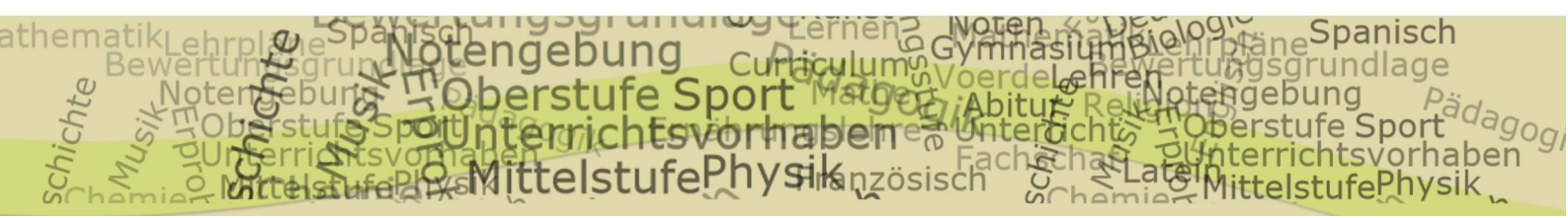
<u>Unterrichtsvorhaben III:</u>		
Thema/Kontext: Populationsdynamik – Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?		
Inhaltsfeld 5: Ökologie		
Inhaltliche Schwerpunkte: • Dynamik von Populationen	Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler können ... • UF2 zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden. • UF3 biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen. • E5 Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern. • E6 Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder voraussagen. • E7 naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen. • K3 biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren	Didaktisch - methodische Anmerkungen mit empfohlenen Lehrmitteln, Materialien, Methoden • Analyse des Wachstums von z. B. Rentierpopulationen auf arktischen Inseln -> dichteabhängige, dichteunabhängige Faktoren • Unterschied zwischen exponentiellem und logistischem Populationswachstum • Erstellen kybernetischer Modelle
Zeitbedarf: 10 Std. à 67,5 Minuten (Grundkurs) 12 Std. à 67,5 Minuten (Leistungskurs)	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans und digitaler Medieneinsatz (Medienkompetenzrahmen) Die Schülerinnen und Schüler • beschreiben die Dynamik von Populationen in Abhängigkeit von dichteabhängigen und dichteunabhängigen Faktoren (UF1)	Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte <i>Welche Bedingungen beeinflussen die unterschiedlichen Wachstumsraten von Populationen?</i> • Populationswachstum; exponentiell und logistisch (Kapazitätsgrenze)/Ressourcen • dichteabhängige- und dichteunabhängige Faktoren



• Regelkreise (je..., desto...) • Lebenszyklusstrategien	• 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)	• Auswerten von Wachstumskurven verschiedener Organismen (k- und r- Strategien), z.B. Wasserflöhe, Schafe in Tasmanien (Markl, S. 340) -> Vergleichende Tabelle zu K- und r- Strategien (Mensch/ Fuchs/Kaninchen) unter Berücksichtigung verschiedener Kriterien wie Lebensdauer, Populationsgröße, Nähe zur Kapazitätsgrenze, Brutpflege, Fortpflanzungshäufigkeit, Anzahl der Nachkommen, Größe der Nachkommenschaft
<i>In welcher Weise hängen Arten einer Lebensgemeinschaft voneinander ab?</i> • inter-, intraspezifische Konkurrenz • Konkurrenzvermeidung, Koexistenz • Konzept der ökologischen Nische • Räuber-Beute-Beziehungen, Lotka-Volterra-Regeln • Schädlingsbekämpfung • Parasitismus • Symbiose	• 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), untersuchen Veränderungen von Populationen mit Hilfe von Simulationen auf der Grundlage des Lotka-Volterra-Modells (E6) • vergleichen das Lotka-Volterra-Modell mit veröffentlichten Daten aus Freilandmessungen und diskutieren die Grenzen des Modells (E6)	• z.B. Konkurrenz zweier Seepockenarten (Markl S. 333) oder Paramécium oder Meisen (Natura, Aufgabenband) • z.B. am Beispiel aus Linder (Milben) • biologische Schädlingsbekämpfung am Beispiel des Marienkäfers (im Unterricht) (Mungo, Tokee etc. als Klausuraufgaben) • Analyse von Daten zu Freilandexperimenten, z. B. Fütterungsversuche von Schneeschuhhase mit und ohne Entfernung des Luchses (Markl S. 342) • z.B. Fuchsbandwurm, Mistel • z.B. Ameisenpflanze, Passionsblume



	2.1. MKR Informationsrecherchen zielgerichtet durchführen und dabei Suchstrategien anwenden 2.2 MKR Themenrelevante Informationen und Daten aus Medienangeboten filtern, strukturieren, umwandeln und aufbereiten 2.3 MKR Informationen, Daten und ihre Quellen sowie dahinterliegende Strategien und Absichten erkennen und kritisch bewerten	Referate zu Parasitismus, Symbiose, Schädlingsbekämpfungsmethoden anbieten
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> Erstellung einer Concept Map oder Ähnliches. zur Strukturierung der erlernten Unterrichtsinhalte. Erstellen eines Glossars		
<u>Leistungsbewertung:</u> - KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“ (Interspezifische Wechselwirkungen in einer Biozönose) - ggf. als Teil einer Klausur		



[illegible]



		z.B. AB Linder "Alles fließt" - SuS differenzieren zwischen Kurz- und Langzeitkreislauf des Kohlenstoffs. - Ggf. Referate zu z.B. Stoffkreisläufen
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> Erstellung einer Concept-Map oder ähnliche Visualisierungstechnik zur Strukturierung der erlernten Unterrichtsinhalte, Erstellen eines Glossars		
<u>Leistungsbewertung:</u> - KLP-Überprüfungsform: „Darstellungsaufgabe“ (z.B: Stoffkreislauf in einem gegebenen Ökosystem) oder „Bewertungsaufgabe“ (z.B. Bewertung eines Fallbeispiels) - ggf. als Teil einer Klausur		



<u>Unterrichtsvorhaben V:</u>			
Thema/Kontext: Veränderungen von Ökosystemen – Welchen Einfluss haben anthropogene Faktoren auf ausgewählte Ökosysteme?			
Inhaltsfeld 5: Ökologie			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Mensch und Ökosysteme		Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler können ... • E5 Auswertung • B2 Entscheidungen	
Zeitbedarf: ca. 6 Std. à 67,5 Minuten (Grundkurs) ca. 10 Std. à 65/70 Minuten (Leistungskurs)			
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans und digitaler Medieneinsatz (Medienkompetenzrahmen) Die Schülerinnen und Schüler	Didaktisch - methodische Anmerkungen mit empfohlenen Lehrmitteln, Materialien, Methoden	
<i>Wie beeinflusst der Mensch seine Umwelt?</i> • Treibhauseffekt • Ökologischer Fußabdruck	• präsentieren und erklären auf der Grundlage von Untersuchungsdaten die Wirkung von anthropogenen Faktoren auf ausgewählte globale Stoffkreisläufe (K1, K3, UF1) • entwickeln Handlungsoptionen für das eigene Konsumverhalten und schätzen diese unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit ein (B2, B3) • diskutieren Konflikte zwischen der Nutzung natürlicher Ressourcen und dem Naturschutz (B2, B3)	• kritische Bewertung nach ethischen Werten, sozialen Normen, Gesetzen etc. • (vgl. Biologie heute EF, S. 102) • Recherche, Dokumentation und Präsentation • Eigenen ökologischen Fußabdruck auf Internetseite selbst durchrechnen lassen (z.B. www.fußabdruck.de) • Internetrecherche zu anthropogenen Einfluss auf Ökosysteme; evtl. Darstellung des komplexen Zusammenspiels • Kritischer Umgang mit Internetdarstellung von Firmen etc. hinsichtlich Klimaschutz	



Wie lassen sich wirtschaftliche Interessen und Naturschutz in Einklang bringen? • Aspekte der Nutzung von Waldflächen • Holz als Rohstoff und Energiequelle		• Erläuterung und Bewertung menschlicher Eingriffe in den natürlichen Kohlenstoffkreislauf und deren Folgen, z. B. Abholzung von Regenwäldern, Versauerung der Meere, Treibhauseffekt, Klimawandel • Reflexion des Konsumverhaltens (z. B. Fleischkonsum, Energieverbrauch) bezüglich seiner globalen Auswirkungen • Kriteriengeleitete Bewertung von Handlungsoptionen (persönlich und politisch) im Sinne der Nachhaltigkeit
Wie verändert das absichtliche oder unbeabsichtigte Einbringen von Neobiota ein bestehendes Ökosystem? • Neobiota	• recherchieren Beispiele für die biologische Invasion von Arten und leiten Folgen für das Ökosystem ab (K2, K4)	• Recherche und Präsentationen zu ausgewählten Neobiota und ihrem Einfluss auf die Entwicklung von Ökosystemen, z. B.: Aga-Kröte im Victoria River, Forelle in Neuseeland, Zebramuscheln im Hudson River, Mungo auf Jamaika, Grauhörnchen in England / Italien, Buchsbaumzünsler, Riesenbärenklau, Goldrute
Welche Auswirkungen haben Eingriffe des Menschen in Ökosysteme auf deren natürliche Sukzession? • Sukzessionsstadien (Pioniergesellschaft, Folgegesellschaften,	• entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1, E5) • leiten aus Daten zu abiotischen und biotischen Faktoren Zusammenhänge im Hinblick auf zyklische und sukzessive Veränderungen (Abundanz	• Sukzessionsstadien eines ausgewählten Ökosystems, z. B. • Folgen von (natürlicher oder menschlich bedingter) Entwaldung: Sukzessionsstadien eines mitteleuropäischen Waldes/Mosaikzyklen • Folgen der Rodung des Regenwaldes für die Palmölgewinnung • Folgen von menschlich bedingten



Qualifikationsphase I

Inhaltsfeld 3: Genetik

- **Unterrichtsvorhaben I:** Proteinbiosynthese – *Wie steuern Gene die Ausprägung von Merkmalen? Welche Konsequenzen haben Veränderungen der genetischen Strukturen für einen Organismus? Welche regulatorischen Proteine und Prozesse kontrollieren die Genexpression?*
- **Unterrichtsvorhaben II:** Humangenetische Beratung – *Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf?*
- **Unterrichtsvorhaben III:** Gentechnologie heute – *Welche Chancen und welche Risiken bestehen durch die Anwendung von Gentechnik?*

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](#), [Tumorsuppressoren](#), [DNA-Chip](#)

Entwicklung

Transgener Organismus, Synthetischer Organismus, Epigenese, Zelldifferenzierung, Meiose)

Zeitbedarf:

ca. 32 Std. à 67,5 Minuten (Grundkurs)

ca. 50 Std à 65/70 Minuten (Leistungskurs)

Im Rahmen des Inhaltsfeldes Genetik sollte der Leistungskurs möglichst einen Labortag zu einem molekulargenetischen Praktikum (z.B. während der Kursfahrt oder mit einem mobilen Labor in der Schule) abhalten.

Unterrichtsvorhaben I:

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

Inhaltsfeld 3: Genetik

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Proteinbiosynthese
- Genregulation

Zeitbedarf: 16 Stunden à 65/70 Minuten
27 Stunden à 65/70 Minuten

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.



Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden/digitale Medien
Reaktivierung von Wissen aus EF	➤ MKR 2.1 Informationsrecherchen zielgerichtet durchführen und dabei Suchstrategien anwenden	Referate zu Eucyte, Procyte, Proteinen, Enzymen
<i>Welcher chemische Bestandteil der Chromosomen ist der Träger der Erbinformation?</i> • Bakterien und Viren • Modellorganismen • Aufbau und Struktur der DNA (Wdh.) • semikonservative Replikation (Wdh.)	➤ • [[begründen die Verwendung bestimmter Modellorganismen (u.a. E.coli) für besondere Fragestellungen genetischer Forschung (E6, E3).]] • erläutern molekulargenetische Verfahren (u.a. PCR, Gelelektrophorese) und ihre Einsatzgebiete (E4, E2, UF1)	Wdh. Bau der DNA und Replikation (GIDA Molekulargenetik) Historischer Einstieg in das Inhaltsfeld Genetik über Griffith und Avery sowie Hershey und Chase [1] • Problematisierung: DNA oder Protein als Träger der Erbinformation? • Auswertung der Versuche und Wiederholung der molekularen Struktur von DNA und Proteinen Betrachtung einer bakteriellen Wachstumskurve • Problematisierung durch Wechsel der Systemebenen: Zellverdopplung/DNA-Verdopplung • Wiederholung der semikonservativen Replikation Vertiefung (Replikationsblase, beteiligte Enzyme) Einblick in die Forschung: Entwicklung der PCR als Werkzeug zur Vervielfältigung von DNA-Proben auf Grundlage des Replikationsmechanismus
<i>Wie wird die DNA im Labor vervielfältigt?</i> • PCR		



Wie steuern Gene die Ausprägung von Merkmalen? • Ein-Gen-ein-Polypeptid-Hypothese	• [reflektieren und erläutern den Wandel des Genbegriffs (E7).]	Historischer Zugang über Alkaptonurie (Hypothese von GARROD) und / oder das Experiment von BEADLE und TATUM • Definition des Genbegriffs
Proteinbiosynthese • Mechanismus der Transkription Genetischer Code • Aufklärung Eigenschaften •	• erläutern wissenschaftliche Experimente zur Aufklärung der Proteinbiosynthese, generieren Hypothesen auf der Grundlage der Versuchspläne und interpretieren die Versuchsergebnisse (E3, E4, E5). • benennen Fragestellungen und stellen Hypothesen zur Entschlüsselung des genetischen Codes auf und erläutern klassische Experimente zur Entwicklung der Code-Sonne (E1, E3, E4). • erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Genmutationen / Mutationstypen (UF1, UF2). ➤ MKR 4.1 Medienprodukte adressatengerecht planen, gestalten und präsentieren; Möglichkeiten des Veröffentlichens und Teilenskennen und nutzen	Analyse der Experimentalreihe zur Aufklärung der Proteinbiosynthese in vitro (benötigte Komponenten: Ribosomen, mRNA, tRNA, Aminosäuren) [2] Modellhafte Erarbeitung der Grundschriffe der Proteinbiosynthese (z. B. Einsatz eines dynamischen Funktionsmodells; StoppMotion Film, Erstellen einer Filmsequenz,). • Nachvollzug des Ablaufs der Transkription anhand einer Animation [3] • Erwerb detaillierter Fachkenntnisse zum Ablauf der Transkription (z.B. Funktion der RNA-Polymerase, Start- und Stoppsignal, Erkennen der Transkriptionsrichtung; noch keine umfassende Betrachtung der Transkriptionsfaktoren) mit dem Ziel einer fachsprachlich angemessenen Präsentation des Vorgangs. Analyse der Experimente von NIRENBERG zur Entschlüsselung des genetischen Codes nach dem naturwissenschaftlichen Weg der Erkenntnisgewinnung [4] Erarbeitung der Eigenschaften des genetischen Codes • Recherche/ Experimente von Khorana, Matthei und Nierenberg („Stein von



• Mechanismus der Translation	Rosette“ / Text) zur Aufklärung des Genetischen Codes • Anwendung der Codesonne Erwerb von detaillierten Fachkenntnissen zum Vorgang der Translation Mögliche Vertiefung: Inhibitoren der prokaryotischen PBS als Antibiotika	Genetischen Codes • Anwendung der Codesonne Erwerb von detaillierten Fachkenntnissen zum Vorgang der Translation Mögliche Vertiefung: Inhibitoren der prokaryotischen PBS als Antibiotika
• Vergleich der Proteinbiosynthese bei Prokaryonten und Eukaryonten • RNA-Prozessierung	• vergleichen die molekularen Abläufe in der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten (UF1, UF3).	• Tabellarischer Vergleich der Vorgänge bei der Proteinbiosynthese von Prokaryonten und Eukaryonten (Kompartimentierung, Introns/Exons, Prozessierung, Spleißen, Capping, Tailing, Aufbau der Ribosomen. alternatives Spleißen und posttranslationale Modifikationen)
Wie wirken sich Veränderungen im genetischen Code aus? • Genmutationen • Genwirkketten	• erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Genmutationen / Mutationstypen (UF1, UF2). • erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp (u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4)	Rückbezug auf Alkaptonurie o. a. genetisch bedingte Erkrankung, um zu Mutationen überzuleiten. • Mutationsanalyse auf Genebene • Sequenzanalyse nach Sanger als Methode zur Ermittlung von Basenabfolgen Klassifizierung der Mutationstypen, hier insbesondere der Genmutationen: • Punktmutation (stumm, missense, nonsense), • Rasterschubmutation (Deletion, Insertion) z. B. am Beispiel der unterschiedlichen Möglichkeiten einer Mutation, die zur



genetisch bedingten Erkrankung „Retinopathia pigmentosa“ führen [5] Erarbeitung der Auswirkungen von Genmutationen auf den Organismus (z. B. bei Retinopathia pigmentosa) und auf Genwirkketten (am Beispiel des Phenylalanin-stoffwechsels). Untersuchung des Einflusses von Mutagenen auf die Entstehung von Mutationen Erläuterung des Test-Ansatzes und Diskussion der Ergebnisse eines AMES-Tests sowie der Eignung dieses Verfahrens zur Beurteilung des mutagenen Potentials einer Substanz	erläutern molekulargenetische Verfahren (u.a. PCR, Gelelektrophorese) und ihre Einsatzgebiete (E4, E2, UF1)	Wodurch entstehen Mutationen? • Mutagene Weshalb ist die DNA eines Individuums einzigartig? • Genetischer Fingerabdruck
Erarbeitung der Endproduktthemung • AB Bakterienwachstum auf Tryptophan • Veranschaulichung anhand eines Funktionsmodells Erarbeitung der Substratinduktion • AB Bakterienwachstum auf Glucose bei späterer Zugabe von Lactose Übertragung des Funktionsmodells auf Substratinduktion (oder umgekehrt) Kennzeichnung beider Regulationstypen als negative Kontrolle	• erläutern und entwickeln Modellvorstellungen auf der Grundlage von Experimenten zur Aufklärung der Genregulation bei Prokaryoten (E2, E5, E6)	Wie wird die Bildung von Proteinen bei Prokaryoten reguliert? • Tryp-Operon • Lac-Operon



		Erarbeitung eines Beispiels für positive Kontrolle • AB Bakterienwachstum auf Glucose bei gleichzeitiger Anwesenheit von Lactose [7]
Wie wird die Bildung von Proteinen bei Eukaryoten reguliert? • Transkriptionsebene	• erläutern die Bedeutung der Transkriptionsfaktoren für die Regulation von Zellstoffwechsel und Entwicklung (UF1, UF4) • erklären mit Hilfe von Modellen genregulatorische Vorgänge bei Eukaryoten (E6) • erläutern epigenetische Modelle zur Regulation des Zellstoffwechsels und leiten Konsequenzen für den Organismus ab (E6)	Herausstellung des Silencer- und Enhancer-Prinzips bei Transkriptionsfaktoren • allgemeine und spezifische Transkriptionsfaktoren. Erarbeitung der Methylierung von DNA als Grundlage für das Verständnis epigenetischer Vorgänge, z. B. mithilfe folgender Materialien: • Video „Epigenetik – Änderungen jenseits des genetischen Codes“ [8] • Artikel in Max-Wissen [9] Einstieg: Video „Gene zum Schweigen gebracht“ [10] Erarbeitung: Einsatz der RNA-Interferenz in der Gentechnik an einem Beispiel (Amflora oder Anti-Matsch-Tomate) • Lernzirkel „Gentechnik bei Pflanzen und Tieren“, Station 4a und 4b [11] Materialien zur Anti-Matsch-Tomate [12] Animationsprogramme über : • GIDA-Molekulargenetik II → Regulation
• DNA-Methylierung		
• Translationsebene RNA-Interferenz		

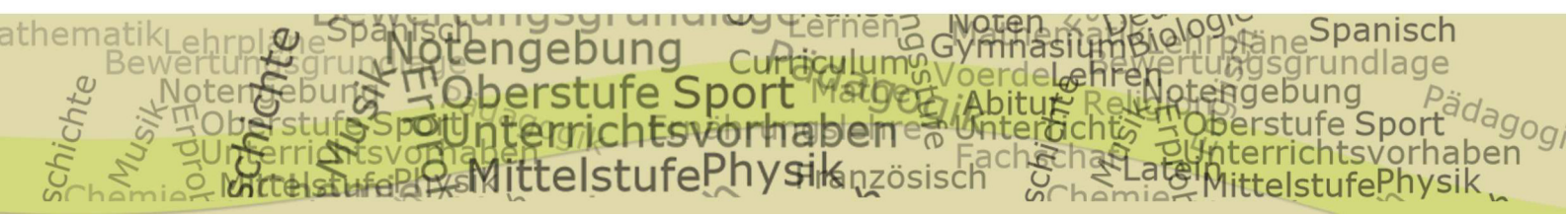


	• CD-Molekulargenetik (W+L) Die Animationen bieten zusammen mit den zugehörigen Arbeitsblätter gute Möglichkeiten zur Erarbeitung der Gesamtthematik einschl. spezifischer Details Beispiel einer epigenetischen Regulation z.B. Aguti-Gen o.ä. YouTube-Film: Gen an – Gen aus Film: Das Gedächtnis der Gene Hinweis: UB 400 - Epigenetik Die neueren Erkenntnisse zur Epigenetik werden wissenschaftlich, aber auch gesellschaftskritisch analysiert und diskutiert.	
• Protoonkogene und Tumor-Suppressorgene	• [erklären mithilfe eines Modells die Wechselwirkung von Proto-Onkogenen und Tumor-Suppressorgen auf die Regulation des Zellzyklus und beurteilen die Folgen von Mutationen in diesen Genen (E6, UF1, UF3, UF4).] • erklären mit Hilfe von Modellen genregulatorische Vorgänge bei Eukaryoten (E6).	Erarbeitung der Krebsentstehung durch Mutationen in Proto-Onkogenen (z. B. ras-Gene) und Tumor-Suppressorgen (z. B. p53-Gen) → gestörte Regulation der Transkription z. B. mit Hilfe der Aufgabensequenz „Tumorgene“ [6]
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens • Leistungsbewertung (Beispiele): KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“ (schriftliche Übungen, materialgestützte Übungsaufgaben; angekündigte Kurztests möglich / GIDA-Testcenter);		



„Darstellungsaufgabe“ (DNA-Modell, Fachtext verfassen, Flyer erstellen, Concept Map);
„Präsentationsaufgabe“ (Vortrag/Referat, Medienbeitrag, Vertonen/Filmkommentierung,...)

ggf. Klausur





Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt2.html	Das Unterrichtsmaterial „GENial einfach!“ wurde in Abstimmung mit Wissenschaftlern des Nationalen Genomforschungsnetzes (NGFN) sowie Didaktikern und Lehrkräften erstellt. Zu jedem Modul gibt es Arbeitsblätter mit Abbildungen und Aufgaben. Die Druckvorlagen der Arbeitsblätter sind komplett gestaltet. Jedes Modul schließt mit einer gestalteten Lernkontrolle – ebenfalls als PDF-Datei – ab.
2	https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/biologie/artikel/eiweisssynthese	Schematische Abbildung des in vitro-Experiments
3	GIDA Molekulare Genetik - Proteinbiosynthese	Leicht verständliche Animationen und aufbereitetes Arbeitsmaterial. Eingestellt bei www.edmond-nrw.de zum kostenlosen Download.
4	http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/material/Modul%201/Mod_1_AB_5.pdf	vgl. 1
5	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5649	Lernaufgabe „Genmutationstypen am Beispiel der Krankheit Retinopathia pigmentosa“
6	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5648	Lernaufgabe „Tumore: Zellen außer Kontrolle – Welchen Einfluss haben Gene auf die Entstehung von Krebs?“
7	http://molgen.biologie.uni-mainz.de/Downloads/PDFs/Grundpraktikum/transkription2-2017.pdf	Sehr umfassender Überblick über sowohl die negative als auch die positive Kontrolle des Lac-Operons mit zahlreichen Animationen, historischen Bezüge und weiterführenden Fragen.
8	https://www.youtube.com/watch?v=xshPL5hU0Kq	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.unimuenster.de/imperia/md/content/biologie_ibbp/adboehmer/lehre/gentechnik/ss2016/anti-matsch_tomate_2_.pdf	Das PDF-Dokument zeigt anschaulich die gentechnische Herstellung der Anti-Matsch-Tomate und kann alternativ zum Lernzirkel (siehe S.11) eingesetzt werden.

Letzter Zugriff auf die URL: 17.07.2018



Unterrichtsvorhaben II: Thema/Kontext: Humangenetische Beratung – <i>Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf?</i>			
Inhaltsfeld 3: Genetik			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Meiose und Rekombination • Analyse von Familienstammbäumen • Molekularbiologische Diagnose Zeitbedarf: 9 Std. à 65/70 Minuten 13 Std. à 76/70 Minuten	Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler können... • UF4 Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen. • 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.		
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte <i>Wie bleibt der artspezifische Chromosomensatz des Menschen von Generation zu Generation erhalten?</i> • Chromosomen	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ... • erläutern die Grundprinzipien der Rekombination (Reduktion und Neukombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung (UF4).	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden/digitale Medien Möglicher Einstieg: Entwicklungszyklus des Menschen	



• Meiose und Rekombinationsvorgänge • Chromosomen- und Genommutationen (hier z. B. Trisomie 21)	• erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp (u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4) ➤ MKR 4.1 Medienprodukte adressatengerecht planen, gestalten und präsentieren; Möglichkeiten des Veröffentlichens und Teilens kennen und nutzen	• Klärung der Begriffe Haploidie und Diploidie sowie Bestimmung des Geschlechts anhand eines Karyogramms • Wiederholung der Meiose und des Prinzips der interchromosomalen Rekombination [1,2] • Analyse einer Genommutation (z.B. Trisomie 21, Klinefelter- und Turnersyndrom). Veranschaulichung der Ursachen durch Fehler bei der Meiose eines Elternteils. • Erweiterung auf Chromosomenmutationen (z. B. Translokationstrisomie, balancierte Translokationstrisomie, Mosaiktrisomie) [3,4] • Selbstlernplattform von Mallig: http://www.mallig.eduvinet.de/default.htm#kurs Materialien (z. B. Knetgummi) Stopp Motion Film erstellen Video vertonen
<i>Wie lassen sich aus Familienstammbäumen Vererbungsmodi ermitteln und wie kann man daraus Prognosen für den Nachwuchs ableiten?</i> • Erbgänge und Stammbaumanalyse	• formulieren bei der Stammbaumanalyse Hypothesen zum Vererbungsmodus genetisch bedingter Merkmale (X-chromosomal, autosomal, Zweifaktorenanalyse; Kopplung, Crossing-over) und begründen die Hypothesen mit	• Checkliste zum methodischen Vorgehen bei einer Stammbaumanalyse. • Prognosen zum Auftreten spezifischer, genetisch bedingter Krankheiten werden für



	vorhandenen Daten auf der Grundlage der Meiose (E1, E3, E5, UF4, K4).	Paare mit Kinderwunsch ermittelt und für (weitere) Kinder begründet angegeben. (siehe „Humangenetisches Beratungsgespräch mit spezifischen Fragestellungen“) • Simulation eines Humangenetischen Beratungsgesprächs zur PKU • Selbstlernplattform von Malling: http://www.malling.eduvinet.de/default.htm#kurs GIDA-Humangenetik → Stammbaumanalyse
<i>Wie lassen sich Merkmalsausprägungen erklären, die nicht auf die Mendelschen Regeln zurückzuführen sind?</i> • Intrachromosomale Rekombination	• formulieren bei der Stammbaumanalyse Hypothesen zum Vererbungsmodus genetisch bedingter Merkmale (X-chromosomal, autosomal, Crossing-Zweifaktorenanalyse; Kopplung, Crossing-over) und begründen die Hypothesen mit vorhandenen Daten auf der Grundlage der Meiose (E1, E3, E5, UF4, K4). • erläutern die Grundprinzipien der inter- und intrachromosomalen Rekombination (Reduktion und Neukombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung (UF4).	• Zweifaktorenanalyse (dihybrider Erbgang) und Crossing-over am Beispiel Bluterkrankheit / Rot-Grün-Blindheit • Problematisierung der Grenzen und Ausweitung der Stammbaumanalyse (z. B. multiple Allele, variable Expressivität, polygen oder multifaktoriell bedingte Merkmale, Epistase, extrachromosomale Vererbung), ggf. in kooperativer Erarbeitung
<i>Wie können genetisch bedingte Krankheiten zuverlässig diagnostiziert werden?</i> • Genanalyse mit Short-Tandem-Repeat-Analyse (STR)	• erläutern molekulargenetische Verfahren (u.a. PCR, Gelelektrophorese) und ihre Einsatzgebiete (E4, E2, UF1). • [[geben die Bedeutung von DNA-Chips und Hochdurchsatz-Sequenzierung an und	Wiederholung der in UV I eingeführten molekulargenetischen Werkzeuge (PCR, Gelelektrophorese)



• DNA- Chips • Chancen und Risiken	beurteilen/bewerten Chancen und Risiken (B1,B3)] • [recherchieren Informationen zu humangenetische Fragestellungen (u.a genetisch bedingten Krankheiten), schätzen die Relevanz und Zuverlässigkeit der Informationen ein und fassen die Ergebnisse strukturiert zusammen (K2, K1, K3, K4)]	Anwendung dieser Werkzeuge bei der Diagnostik verschiedener genetisch bedingter Krankheiten, z. B. • Chorea Huntington (STR-Analyse) • Cystische Fibrose (Sequenzanalyse, z. B. Fluoreszenzmethode) Ethische Aspekte können auch thematisiert werden. ggf. Exkursion in ein Schülerlabor → molekulargenetisches Praktikum
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens <u>Leistungsbewertung (Beispiele):</u> • KLP-Überprüfungsform: • „Analyseaufgabe“ (materialgestützte AB's: Auswerten von Fallanalysen angekündigte Kurztests möglich, z. B. zu Meiose / Karyogrammen / Stammbaumanalyse / GIDA TEST-Center) • „Darstellungsaufgabe“ (Schemata, Flyer, Fachtexte erstellen) • „Präsentationsaufgabe“ (Erstellen eines Medienbeitrages: Podcast, Stopp-Motion-Film) ggf. Klausur / Kurzvortrag		

[illegible]

• Stammzellen • Ethische Bewertung	• [beschreiben aktuelle Entwicklungen in der Biotechnologie bis hin zum Aufbau von synthetischen Organismen in ihren Konsequenzen für unterschiedliche Einsatzziele und bewerten sie (B3, B4)]	• Evtl. Überblick: Anwendungen weißer, roter und grüner Gentechnik • gentechnische Veränderung von Euraryonten: z.B. Herstellung von Bt-Mais Material siehe [8]
	• recherchieren Unterschiede zwischen embryonalen und adulten Stammzellen und präsentieren diese unter Verwendung geeigneter Darstellungsformen (K2, K3). • stellen naturwissenschaftlich-gesellschaftliche Positionen zum therapeutischen Einsatz von Stammzellen dar und beurteilen Interessen und Folgen ethisch (B3, B4).	Gruppenteilige Erarbeitung verschiedener weiterer therapeutischer Ansätze, z. B. • Verhinderung der Herstellung veränderter Proteine durch antisense-mRNA [9] • Einbringen des intakten Gens in die (Stamm-) Zellen des Patienten: somatische Gentherapie • Einbringen des intakten Gens in die Keimzellen: Keimbahntherapie Materialien u. a. zu den o. g. Aspekten [10] Diskussion ethischer Aspekte

Weiterführende Materialien: Letzter Zugriff auf die URL: 17.07.2018



Inhaltsfeld 6: Evolution

- **Unterrichtsvorhaben I:** Evolution in Aktion – Welche Faktoren beeinflussen den evolutionen Wandel?
- **Unterrichtsvorhaben II:** Evolution von Sozialstrukturen – Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?
- **Unterrichtsvorhaben III:** Spuren der Evolution – Wie kann man Evolution sichtbar machen?
- **Unterrichtsvorhaben IV:** Humanevolution – Wie entstand der heutige Mensch?

Inhaltliche Schwerpunkte:

- **Entwicklung der Evolutionstheorie**
- Grundlagen evolutioner Veränderung
- Art und Artbildung
- Evolution und Verhalten
- Evolution des Menschen
- Stammbäume

Basiskonzepte:

System

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

Struktur und Funktion

Mutation, Rekombination, Selektion, Gendrift, Isolation, Investment, Homologie

Entwicklung

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

Zeitbedarf:

GK ca. 30 Stunden à 67,5 Minuten

LK ca. 45 Stunden à 67,5 Minuten

Unterrichtsvorhaben I			
Thema/Kontext: Evolution in Aktion - Welche Faktoren beeinflussen den evolutionen Wandel?			
Inhaltsfeld 6: Evolution			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Entwicklung der Evolutionstheorie • Grundlagen evolutioner Veränderung • Artbegriff und Artbildung		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. • E7 naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.	
Zeitbedarf: ca. 10 Std. à 67,5 Minuten (Grundkurs) ca. 14 Std. à 67,5 Minuten (Leistungskurs)			
Mögliche didaktische Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Leitfragen/	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/Methoden/digitaler Medieneinsatz
Welche genetischen Faktoren beeinflussen den evolutionen Wandel? • Grundlagen des evolutionen Wandels • Grundlagen biologischer Anpasstheit • Populationen und ihre genetische Struktur • Zusammenwirken der Evolutionsfaktoren	• 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 der Population (UF4, UF1).	Bausteine für advance organizer	Materialien zur genetischen Variabilität und ihren Ursachen. Beispiel: Hainschnirkelschnecken oder Kerguelenfliege



	Lerntempoduett zu abiotischen und biotischen Selektionsfaktoren (Beispiel: Birkenspanner, Kerguelen-Fliege) evtl. Gruppengleiches Spiel zur Selektion concept map Computerprogramm zur Simulation des Hardy-Weinberg-Gesetzes ➤ MKR 1.2 Verschiedene digitale Werkzeuge und deren Funktionsumfang kennen, auswählen sowie diese kreativ, reflektiert und zielgerichtet einsetzen	bestimmen und modellieren mithilfe des Hardy-Weinberg-Gesetzes die Allelfrequenzen in Populationen und geben Bedingungen für die Gültigkeit des Gesetzes an (E6)
Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen? • Isolationsmechanismen • Artbildung • Artbegriff	kurze Informationstexte zu Isolationsmechanismen: Je ein zoologisches oder botanisches Beispiel pro Isolations-mechanismus werden bearbeitet. Tabellarische Übersicht und Definition zur allopatrischen Artbildung werden entwickelt. Modellentwicklung zur allopatrischen und sympatrischen Artbildung: Die Unterschiede werden erarbeitet und Modelle entwickelt. Informationen zu Modellen und zur Modellentwicklung Erarbeitung / Entwicklung von Modellen mit anschließender Diskussion zu unterschiedlichen Darstellungsweisen	• erklären Modellvorstellungen zu allopatrischen und sympatrischen Artbildungsprozessen an Beispielen (E6, UF1).



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).]	Material zur Adaptiven Radiation von z.B. Buntbarschen. Erarbeitung der grundsätzlichen Voraussetzungen für adaptiven Radiation
Welche Ursachen führen zur Coevolution und welche Vorteile ergeben sich? - Coevolution - Selektion und Anpassung	- wählen angemessene Medien zur Darstellung von Beispielen zur Coevolution aus Zoologie und Botanik aus und präsentieren Beispiele (K3, UF2). - belegen an Beispielen den aktuellen evolutionären Wandel von Organismen (u.a. mithilfe von Auszügen aus Gendatenbanken) (E2, E5).	Anhand einer selbst gewählten medialen Darstellung werden verschiedene Beispiele der Coevolution präsentiert. Mittels inhalts- und darstellungsbezogenem Kriterienkatalog werden Präsentationen beurteilt. Anhand unterschiedlicher Beispiele wird der Schutz vor Beutegreifern (Mimikry, Mimese, etc.) unter dem Aspekt des evolutionären Wandels von Organismen erarbeitet. evtl.: Filmanalyse eines Films über Angepasstheiten zwischen Organismen: Fachbegriffe werden den im Film aufgeführten Beispielen zugeordnet. ➤ MKR 2.2 Themenrelevante Informationen und Daten aus Medienangeboten filtern, strukturieren, umwandeln und aufbereiten
Wie lassen sich die evolutionen Mechanismen in einer Theorie zusammenfassen? Synthetische Evolutionstheorie	stellen die Synthetische Evolutionstheorie zusammenfassend dar (UF2, UF4).	Informationstext Erkenntnisse unterschiedlicher Teildisziplinen der Biologie, die zur Entwicklung der Evolutionstheorie führten, werden mithilfe einer Textsammlung aus Schulbüchern



zusammengetragen. (vgl. Biosphäre , Evolution S. 136 ff.) Eine vollständige Definition der Synthetischen Evolutionstheorie wird erarbeitet. Strukturlegetechnik zur synthetischen Evolutionstheorie	Zeitstrahl zur Entwicklung der Evolutions- theorien. Diskussion über das Thema: Neueste Erkenntnisse der epigenetischen Forschung – Ist die Synthetische Evolutionstheorie noch haltbar? Kurzreferate zu "Kreationismus" und "Intelligent Design"	stellen Erklärungsmodelle für die Evolution in ihrer historischen Entwicklung und die damit verbundenen Veränderungen des Weltbilds dar (E7). grenzen die Synthetische Theorie der Evolution gegenüber nicht naturwissenschaftlichen Positionen zur Entstehung von Artenvielfalt ab und nehmen zu diesen begründet Stellung (B2, K4).	Wie entwickelte sich die Synthetische Evolutionstheorie und ist sie heute noch zu halten? Historischer Exkurs und Ausblick - Synthetische Evolutionstheorie in der historischen Diskussion - Moderne nicht-wissenschaftliche Positionen zur Evolution
Diagnose von Schülerkompetenzen: - KLP-Überprüfungsform: „Darstellungsaufgabe“ (concept map, advance organizer) Leistungsbewertung: - KLP-Überprüfungsform: „Beurteilungsaufgabe“ - Ggf. Klausur			



Unterrichtsvorhaben II: Thema/Kontext: Evolution von Sozialstrukturen – Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?			
Inhaltsfeld 6: Evolution			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Evolution und Verhalten Zeitbedarf: ca. 4 Std. à 67,5 Minuten (Grundkurs) ca. 8 Std. à 67,5 Minuten (Leistungskurs)	Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler können ... • UF2 zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden. • UF4 Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/Methoden/digitaler Medieneinsatz	
		Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Bilder von Tieren mit deutlichen Sexualdimorphismen Materialien zu Beispielen aus dem Tierreich und Informationen zu ultimativen Erklärungsansätzen bzw. Theorien (Gruppenselektionstheorie und Individualselektionstheorie) Ggf. Powerpoint-Präsentationen • Präsentationen werden inhalts- und darstellungsbezogen evaluiert.
Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte <i>Wie konnten sich Sexualdimorphismen im Verlauf der Evolution etablieren, obwohl sie auf die natürliche Selektion bezogen eher Handicaps bzw. einen Nachteil darstellen?</i> • Evolution der Sexualität • Sexuelle Selektion - inter- und intrasexuelle Selektion - reproduktive Fitness		• erläutern das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen (UF1, UF4).	
<i>Wieso gibt es unterschiedliche Sozial- und Paarsysteme?</i> • Paarungssysteme • Habitatwahl		• [analysieren anhand von Daten die evolutionäre Entwicklung von Sozialstrukturen (Paarungssysteme, Habitatwahl) unter dem Aspekt der	Lebensgemeinschaften werden anhand von wissenschaftlichen Untersuchungsergebnissen und grundlegenden Theorien analysiert.



	Fitnessmaximierung (E5, UF2, UF4, K4).]	Graphiken / Soziogramme Sozialstrukturen von Schimpansen, Gorillas und Orang-Utans Präsentationen Ergebnisse werden vorgestellt und seitens der SuS inhalts- und darstellungsbezogen beurteilt.
Warum setzte sich das Leben in Gruppen trotz intraspezifischer Konkurrenz bei manchen Arten durch? • Leben in Gruppen • Kooperation	• erläutern das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen (UF1, UF4). • analysieren anhand von Daten die evolutionäre Entwicklung von Sozialstrukturen [(Paarungssysteme, Habitatwahl)] unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (E5, UF2, UF4, K4).	Stationenlernen zum Thema „Kooperation“
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. Gruppenpuzzle mit Experten zu den unterschiedlichen Kooperationsaspekten Beispielaufgabe: z.B. Jagdverhalten bei Orkas



Unterrichtsvorhaben III: Thema/ Kontext: Spuren der Evolution – Wie kann man Evolution sichtbar machen?			
Inhaltsfeld 6: Evolution			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Evolutionsbelege	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.		
Zeitbedarf: ca. 8 Std. à 67,5 Minuten (Grundkurs) ca. 12 Std. à 67,5 Minuten (Leistungskurs)			
Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/Methoden/digitaler Medieneinsatz	
Was deutet auf verwandtschaftliche Beziehungen von Lebewesen hin? • Belege für die Evolution • konvergente und divergente Entwicklung • Stellenäquivalenz	• 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: Homologien Und Analogien Beispiele in Bezug auf divergente oder konvergente Entwicklung werden analysiert (Strauß /Nandu, Stachelschwein/ Greifstachler,Kamelartige). Materialien zu Atavismen, Rudimenten, Progressions- und Regressionsreihen sowie zur biogenetischen Grundregel (u.a. auch Homöobox-Gene)	



	beschreiben und erläutern molekulare Verfahren zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen (UF1, UF2).	GIDA-Filme: Evolution II, Molekularbiologische Forschung Arbeitsteilige Gruppenarbeit Texte und Abbildungen zu verschiedenen Untersuchungsmethoden: DNA-DNA-Hybridisierung, Aminosäure- und DNA-Sequenzanalysen, etc. Bedeutung konservierter Proteine bzw. konservierter Proteinsequenzen, Beispiel: Cytochrom c
Wie lässt sich die Abstammung von Lebewesen systematisch darstellen? Grundlagen der Systematik	beschreiben die Einordnung von Lebewesen mithilfe der Systematik und der binären Nomenklatur (UF4, UF1)	Die Klassifikation von Lebewesen wird eingeführt. Ein Glossar wird erstellt.
Wie lassen sich Verwandtschaftsverhältnisse ermitteln und systematisieren? - Grundlagen der Systematik - Stammbäume	- 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 Material GIDA s.o. Ergebnisse / Daten von molekulargenetischen Analysen Material: Huftiere mit Nasenaufsatz (Linder)



Unterrichtsvorhaben III: Thema/ Kontext: Humanevolution – Wie entstand der heutige Mensch?			
Inhaltsfeld 6: Evolution			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Evolution des Menschen • Stammbäume (Teil 2) Zeitbedarf: ca. 8 Std. à 67,5 Minuten (Grundkurs) ca. 11 Std. à 67,5 Minuten (Leistungskurs)	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. • E5 Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.		
Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/Methoden/digitaler Medieneinsatz	
Mensch und Affe – wie nahe verwandt sind sie? • Primatenevolution	• ordnen den modernen Menschen kriteriengeleitet 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 Daten werden analysiert, Ergebnisse ausgewertet und Hypothesen diskutiert. Auf der Basis der Ergebnisse wird ein präziser Stammbaum erstellt. <i>Vorträge werden entwickelt und vor der Lerngruppe gehalten.</i>	

Moderiertes Netzwerk bzgl. biologischer und kultureller Evolution (Bilder, Graphiken, Texte über unterschiedliche Hominiden)		
GIDA Filme Die Unterschiede und Gemeinsamkeiten früherer Hominiden und Sonderfälle (Flores, Dmanisi) werden erarbeitet. Die Hominidenevolution wird anhand von Weltkarten, Stammbäumen, etc. zusammengefasst. Besuch des Neanderthalmuseums mit Workshop ➤ MKR 2.2 Themenrelevante Informationen und Daten aus Medienangeboten filtern, strukturieren, umwandeln und aufbereiten	• diskutieren wissenschaftliche Befunde (u.a. Schlüsselmerkmale) und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch-konstruktiv (K4, E7, B4). • analysieren molekulargenetische Daten und deuten sie mit Daten aus klassischen Datierungsmethoden im Hinblick auf die Verbreitung von Allelen und Verwandtschaftsbeziehungen von Lebewesen	<i>Wie erfolgte die Evolution des Menschen?</i> • Hominidenevolution • Überblick klassische Datierungsmethoden
Materialien zu molekularen Untersuchungsergebnissen (Neandertaler, Jetztmensch) Wissenschaftliche Untersuchungen werden kritisch analysiert.	• diskutieren wissenschaftliche Befunde (u.a. Schlüsselmerkmale) und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch-konstruktiv (K4, E7, B4).	<i>Wieviel Neandertaler steckt in uns?</i> • <i>Homo sapiens sapiens</i> und Neandertaler
Material: z.B. Evolution der Laktosetoleranz bei Menschen Kurzvorträge zu selbst gewählten Beispielen	• stellen Belege für die Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie (u.a. Molekularbiologie) adressatengerecht dar. (K1, K3). • erklären mithilfe molekulargenetischer Modellvorstellungen zur Evolution der	<i>Welche Rolle spielt der moderne Mensch in der Evolution?</i> • Der Mensch als Selektionsfaktor • Selektionsdruck auf den Menschen • Hypothesen zur weiteren Entwicklung der Menschheit



	Genome die genetische Vielfalt der Lebewesen. (K4, E6). • diskutieren wissenschaftliche Befunde und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch- konstruktiv (K4, E7).	Erarbeiten von Hypothesen zur weiteren Entwicklung der Menschheit auf der Grundlage der synthetischen Evolutionstheorie -> graphische Darstellung
Wie lässt sich <i>Rassismus biologisch</i> widerlegen? • Menschliche Rassen gestern und heute	• [[Bewerten die Problematik des Rassebegriffs 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. Podiumsdiskussion Kriterienkatalog zur Auswertung von Podiumsdiskussionen Argumente werden mittels Belege aus der Literatur erarbeitet und diskutiert.
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> • „Hot Potatoes“-Quiz zur Selbstkontrolle, KLP-Überprüfungsform: „Beobachtungsaufgabe“ (Podiumsdiskussion) <u>Leistungsbewertung:</u> • KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“ (angekündigte schriftliche Übung)		

Qualifikationsphase II

Inhaltsfeld 4: Neurobiologie

- **Unterrichtsvorhaben I:** Molekulare und zellbiologische Grundlagen der Informationsverarbeitung und Wahrnehmung – *Wie wird aus einer durch einen Reiz ausgelösten Erregung eine Wahrnehmung?*
- **Unterrichtsvorhaben II:** Fototransduktion – *Wie entsteht aus der Erregung durch einfallende Lichtreize ein Sinneseindruck im Gehirn?*
- **Unterrichtsvorhaben II:** Das formbare Gehirn - Welche Rolle spielen funktionelle und strukturelle Plastizität für Lernen und Gedächtnis?
- **Unterrichtsvorhaben III:** Aspekte der Hirnforschung – *Welche Faktoren beeinflussen das Gehirn?*

Inhaltliche Schwerpunkte:

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

Basiskonzepte:

System

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

Struktur und Funktion

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

Entwicklung

Neuronale Plastizität

Zeitbedarf:

ca. 18 Stunden á 67,5 Minuten (GK)

ca. 27 Stunden á 67,5 Minuten (LK)



Anmerkung: Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans, die schwarz gedruckt sind, gelten für Grund- und Leistungskurs. Blau gedruckte Kompetenzerwartungen gelten nur für den Leistungskurs. Schwarze eckige Klammern um die Kompetenzerwartungen bedeuten, dass diese im Grundkurs nicht für eine zentrale Prüfung geeignet sind. Das gleiche gilt für blaue Klammern und den Leistungskurs

<u>Unterrichtsvorhaben I:</u> • Thema/Kontext: Molekulare und zellbiologische Grundlagen der Informationsverarbeitung und Wahrnehmung – Wie wird aus einer durch einen Reiz ausgelösten Erregung eine Wahrnehmung?	
Inhaltsfeld 4: Neurobiologie	Inhaltliche Schwerpunkte: • Aufbau und Funktion von Neuronen • Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung • Methoden der Neurobiologie (Teil 1) Zeitbedarf: ca. 12 Std. à 67,5 Minuten (Grundkurs) ca. 14 Std. à 67,5 Minuten (Leistungskurs) Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler können... • UF1 biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern. • UF2 zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden. • UF3 biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen. • E6 Anschauungsmodelle entwickeln und mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen. • K3 biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren. • E2 Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern. • E5 Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern. • E6 Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen.



Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kern- lehrplans und digitaler Medieneinsatz (MedienKompetenzRahmen)	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden
<i>Neuronale Regulation - Wie reagiert der Körper auf verschiedene Reize?</i> - zentrales Nervensystem, peripheres Nervensystem (vegetatives NS und somatisches NS) - vegetatives NS – Sympathikus und Parasympathikus	[[erklären die Rolle von Sympathikus und Parasympathikus bei der neuronalen und hormonellen Regelung von physiologischen Funktionen an einem Beispiel (UF4, E6, UF2, UF1).]]	Experiment: Simulation zur antagonistischen Arbeitsweise von Sympathikus und Parasympathikus: Kaltwasser-Stresstest (Ermittlung des Blutdrucks und Pulsschlags in Abhängigkeit von der Zeit) Informationsblatt zum Sympathikus und Parasympathikus
<i>Wie sieht ein Neuron aus?</i> Aufbau und Vorkommen von Neuronen	beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1)	z.B. Anfertigen einer Zeichnung oder eines eigenen Modells (z.B. aus Knetmasse) von Neuronen Arbeitsmaterial zum Bau eines Wirbeltierneurons:
<i>Wie ist die Ionenverteilung im Ruhezustand an der Neuronenmembran?</i> - vgl. Ionenströme / Elektronenströme - Membran als semipermeable Barriere, die polarisiert werden kann - Natrium-Kalium-Pumpe - Ionenverteilung im Ruhepotential, Gleichgewichtspotential	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),	GIDA: Nervenzelle & Nervensystem SII



Wie entsteht ein Aktionspotential? • Aktionspotential, spannungsgesteuerte Na⁺ und K⁺-Kanäle, Schwellenpotential / Schwellenwert, elektrischer Gradient, Depolarisation, Refraktärzeit, Repolarisation, Hyperpolarisation, Alles-oder-Nichts-Gesetz, Weiterleitung/ Entstehung von Aktionspotentialen, Aktionspotentialamplitude • Patch-Clamp-Technik	• 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).	Beschreibung von Messergebnissen während bei der Bildung eines Aktionspotentials -> Problemorientierte Herangehensweise: Wie kann es zu verändertem Spannungsverhältnis kommen? Untersuchungen von HODGKIN und HUXLEY an Riesenaxonen des Loligo ist auch im Grundkurs empfehlenswert.
Wie erfolgt die Erregungsweiterleitung - Das Neuron als (Antennen-) Kabel? • Aktionspotentialabfolge (Reizdauer/stärke, Generatorregion, Rezeptorpotential) • Erregungsleitung innerhalb der Nervenzellen (Fortleitung von Aktionspotenzialen an myelinisierten (saltatorisch) und nicht myelinisierten Axonen, Reizdauer, Reizstärke)	• erklären die Weiterleitung des Aktionspotentials an myelinisierten Axonen (UF1) • 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).	



<i>Wie geben Neurone ihre Informationen weiter?</i> • Erregungsübertragung zwischen Nervenzellen: Synapsen (Bau chemischer Synapsen, Neurotransmitter, Codierung von Informationen im Nervensystem, synaptische Integration) • Verschaltung von Neuronen EPSP (erregendes postsynaptisches Potential), IPSP (inhibitorisches postsynaptisches Potential) Zeitliche/räumliche Summation • erregende und hemmende Synapsen • Frequenz- und Amplitudenmodulation	• erläutern die Verschaltung von Neuronen bei der Erregungsweiterleitung und der Verrechnung von Potentialen mit der Funktion der Synapsen auf molekularer Ebene (UF1, UF3). • erklären Ableitungen von Potentialen mittels Messelektroden an Axon und Synapse und werten Messergebnisse unter Zuordnung der molekularen Vorgänge an Biomembranen aus (E5, E2, UF1, UF2).	Einsatz von selbst erstellten, großen Schaubildern mit beweglichen Einzelteilen zum Aufbau des Wirbeltierneurons und der Synapse Informationstexte zur neuronalen Verrechnung, Partnerpuzzle zur zeitlichen und räumlichen Summation. Arbeitsblatt mit Übungsaufgaben zur neuronalen Verrechnung unter Berücksichtigung von EPSP und IPSP
<i>Inwieweit wird das Nervensystem von Giften, Medikamenten und Drogen beeinflusst?</i> ▪ Einfluss auf das Nervensystem durch Medikamente, Gifte und Drogen	• 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),	evtl. Stop-Motion-Video zur Wirkung verschiedener Synapsengifte



	• erklären Wirkungen von exogenen Substanzen auf den Körper und bewerten mögliche Folgen für Individuum und Gesellschaft (B3, B4, B2, UF4), ➤ MRK 4.1 Medienprodukte adressatengerecht planen, gestalten und präsentieren; Möglichkeiten des Veröffentlichens und Teilens kennen und nutzen ➤ MRK 4.2 Gestaltungsmittel von Medienprodukten kennen, reflektiert anwenden sowie hinsichtlich ihrer Qualität, Wirkung und Aussageabsicht beurteilen	
Wie werden optische, olfaktorische (o.ä.) Reize in elektrische Reize übersetzt? Die Signaltransduktion am Beispiel des Riechens oder Schmeckens oder Sehens thematisieren. second messenger	• stellen den Vorgang von der durch einen Reiz ausgelösten Erregung von Sinneszellen bis zur Konstruktion 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).	

- „Darstellungsaufgabe“ (Stopp Motion Film)
- *multiple-choice*-Tests zu Neurobiologie: Onlinelink Markl Biologie: http://www2.klett.de/sixcms/list.php?page=lehrwerk_extra&extra=Markl-Online+Biologie+Oberstufe&titelfamilie=&inhalt=klett71prod_1.c.843887.de&modul=inhaltssammlung&kapitel=845574

ggf. als Teil einer Klausur



Unterrichtsvorhaben II/III: Thema/Kontext: Das formbare Gehirn – Welche Rolle spielen funktionelle und strukturelle Plastizität für Lernen und Gedächtnis? Aspekte der Hirnforschung – Welche Faktoren beeinflussen unser Gehirn?	
Inhaltsfeld 4: Neurobiologie	Inhaltliche Schwerpunkte: • Plastizität und Lernen • Methoden der Neurobiologie (Teil 2) Zeitbedarf: ca. 6 Std. à 67,5 Minuten (Grundkurs) ca. 7 Std. à 67,5 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. • K1 bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden. • K2 zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen. • K3 biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren. • B1 fachliche, wirtschaftlich-politische und moralische Kriterien bei Bewertungen von biologischen und biotechnischen Sachverhalten unterscheiden und angeben. • B2 Auseinandersetzungen und Kontroversen zu biologischen und biotechnischen Problemen und Entwicklungen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Entscheidungen auf der Basis von Sachargumenten vertreten. • B3 an Beispielen von Konfliktsituationen mit biologischem Hintergrund kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten. • B4 begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.



Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kern- lehrplans und digitaler Medieneinsatz (MedienKompetenzRahmen) Die Schülerinnen und Schüler	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden
Wie funktioniert unser Gedächtnis? • Bau des Gehirns • Hirnfunktionen • CT, MRT • Methoden der Neurobiologie (PET, fMRT)	• [ermitteln mithilfe von Aufnahmen eines bildgebenden Verfahrens Aktivitäten verschiedener Gehirnareale (E5, UF4)] • [stellen aktuelle Modellvorstellungen zum Gedächtnis auf anatomisch- physiologischer Ebene dar (K3, B1).] • [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).]	Expertenquartett zum Aufbau des Gehirns mit anschließender Präsentation: https://www.planet-schule.de/wissenspool/dein_gehirn/inhalt.html (letzter Zugriff: 19.05.2016) Kartenabfrage zum Bau des Gehirns Informationsmaterialien zu Modellvorstellungen zum Gedächtnis z.B. auf der Grundlage des Skripts „Lernen und Gedächtnis“ (M. BRAND / H. J. MARKOWITSCH) YouTube, Stichworte: Markowitsch Gedächtnis



Was passiert, wenn eine Information aus dem Kurzzeit- ins Langzeitgedächtnis überführt wird? • Lernen und Gedächtnis • Neuronale Plastizität Stressreaktion – Auf welche Weise interagieren Nerven- und Hormonsystem? • Einfluss von Stress	• [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).] • [erklären die Bedeutung der Plastizität des Gehirns für ein lebenslanges Lernen (UF4).] • [erklären die Rolle von Sympathikus und Parasympathikus bei der neuronalen und hormonellen Regulation von physiologischen Funktionen an Beispielen] (UF4, E6, UF2, UF1).	Websites: http://www.gehirnlernen.de/gehirn/plastizit%C3%A4t/ Internetquelle zur weiterführenden Recherche für SuS: Uni Linz Tests zum Lernen und zum Gedächtnis http://braintest.sommer-sommer.com/de/ 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, 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
--	--	--



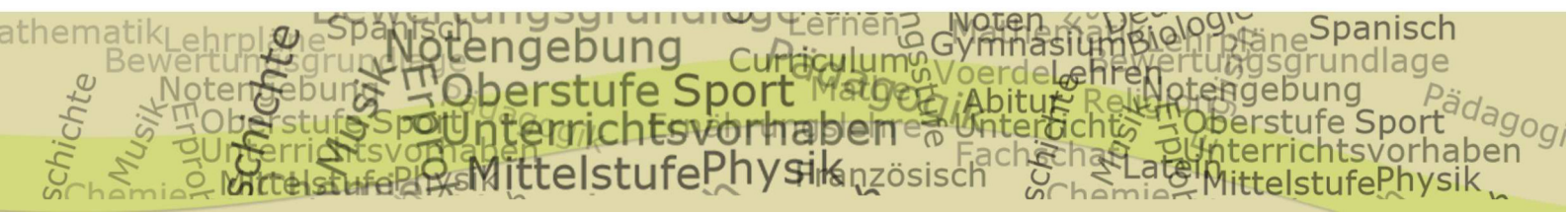
	Erstellung eines Faltblatts zum Neuroenhancement .	➤ MRK 2.1 Informationsrecherchen zielgerichtet durchführen und dabei Suchstrategien anwenden ➤ MRK 2.2 Themenrelevante Informationen und Daten aus Medienangeboten filtern, strukturieren, umwandeln und aufbereiten
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> • Vorwissens- und Verknüpfungstests – neuronale Netzwerkerstellung und moderierte Netzwerke • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens • KLP-Überprüfungsform: „Dokumentationsaufgabe“: „Handreichung für effizientes Lernen“ • KLP-Überprüfungsform: „Bewertungsaufgabe“ (z.B. zum Thema: Neuroenhancement – Chancen oder Risiken?) <u>Leistungsbewertung (Beispiele):</u> • „Darstellungsaufgabe“: Flyer • angekündigte Kurztests • Transferaufgabe zu Synapsenvorgängen (z.B. Endorphine und Sport) • ggf. Klausur		



Unterrichtsvorhaben II Thema/Kontext: Fototransduktion – Wie entsteht aus der Erregung durch einfallende Lichtreize ein Sinneseindruck im Gehirn?	
Inhaltsfeld 4: Neurobiologie	
Inhaltliche Schwerpunkte: • Leistungen der Netzhaut • Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung (Teil 2)	Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler können... • E1 selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren. • E6 Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen. • K3 biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren.
Zeitbedarf: ca. 7 Stunden á 67,5 Minuten	



Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans und digitaler Medieneinsatz Die Schülerinnen und Schüler...	Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden
Das Auge - <i>Wie werden optische Reize in elektrische Potentiale übersetzt?</i> • Aufbau und Funktion des Auges • Fotorezeptoren • Fototransduktion • <i>second messenger</i> • Reaktionskaskade • Laterale Inhibition	• stellen den Vorgang von der durch einen Reiz ausgelösten Erregung von Sinneszellen bis zur Entstehung des Sinnesindrucks bzw. der Wahrnehmung im Gehirn unter Verwendung fachspezifischer Darstellungsformen in Grundzügen dar (K1, K3). • erläutern den Aufbau und die Funktion der Netzhaut und den Aspekten der Farb- und Kontrastwahrnehmung (UF3, UF4). • stellen die Veränderung der Membranspannung an Lichtsinneszellen anhand von Modellen dar und beschreiben die Bedeutung des <i>second messengers</i> und der Reaktionskaskade bei der Fototransduktion (E6, E1).	evtl.: Sezieren eines Schweineauges http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/list.php?suche=schweineauge evtl.: Bau eines Perimeter[s] aus Pappe http://www.staff.uni-mainz.de/freesec/Download/Tierphysiologie/Versuch%2004%20Perimetrie.pdf (letzter Zugriff: 19.05.2016) evtl.: Experiment zur Perimetrie mit farbigen Stiften (rot, grün und blau) SuS erarbeiten anhand der Perimeterexperimente die Verteilung der Zapfen und Stäbchen auf der Netzhaut. Gida Filme und Arbeitsmaterial: <u>Auge & optischer Sinn II</u> <u>AB Linder: Enthemmte Bipolarzellen</u> SuS definieren den Begriff „Transduktion“ aus der Sicht der Neurobiologie und Zellbiologie im Sinne der Umwandlung eines äußeren Reizes in ein physiologisches Signal (Fototransduktion) und als Übermittlung eines Signals in eine Zelle über die Zellmembran hinweg mittels <i>second messenger</i> (Signaltransduktion). SuS beschreiben die Wirkung des HERMANNSCHE Gitters und erklären dieses Phänomen unter Berücksichtigung der Verrechnung von Signalen über Rezeptortypen. Anwendungsbeispiel: Achromatopsie: Die Insel der Farbblinden





- **Sezieren** mit anschließender Fehleranalyse

- schriftliche Übungen

- ggf. Klausur