

Inhaltsfeld 3: Genetik	
Unterrichtsvorhaben I:	
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proteinbiosynthese • Genregulation • Meiose und Rekombination • Analyse von Familienstammbäumen • Gentechnologie • Stammzellenforschung • Bioethik <p>• Zeitbedarf: ca. 57 Std. im LK (ca. 33 Std. im GK) à 60 Minuten</p>	

Kontexte	Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzen	Konkretisierte Kompetenzen (wird an anderer Stelle bearbeitet) <i>LK-Kompetenzen sind kursiv dargestellt.</i>	Bemerkungen
<ul style="list-style-type: none"> • Obligatorische Inhalte • [fakultative Inhalte] • <i>zusätzlich Inhalte im LK</i> 	<p><i>LK-Kompetenzen sind kursiv dargestellt.</i></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können...</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler...</p>	
<p>Proteinbiosynthese</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bakterien [und Viren] als Modellorganismen in der molekular-genetischen Forschung • [Wdh.: Aufbau und Struktur der mRNA im Vergleich zur DNA] • Proteinbiosynthese bei Prokaryonten und Eukaryonten • genetischer Code • Auswirkungen von Genmutationen <p>Zeitbedarf: LK ca. 11 Std. GK ca. 6 Std.</p>	<p>UF1: biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.</p> <p>UF2: zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden.</p> <p>nur LK: <i>E1: selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren.</i></p> <p><i>E3: mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten.</i></p> <p><i>E4: Experimente mit komplexen Versuchsplänen und –aufbauten mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien (Sicherheit, Mess-vorschriften, Variablenkontrolle, Fehleranalyse) durchführen.</i></p>	<p>begründen die Verwendung bestimmter Modellorganismen (u.a. E. coli) für besondere Fragestellungen genetischer Forschung (E6, E3).</p>	<p>Erarbeitung der Bedeutung von Modellorganismen <i>Anzucht von Bakterien, bakterielle Wachstumskurven</i></p>
		<p><i>erläutern wissenschaftliche Experimente zur Aufklärung der Proteinbiosynthese, generieren Hypothesen auf der Grundlage der Versuchspläne und interpretieren die Versuchsergebnisse (E3, E4, E5).</i></p>	<p><i>Analyse von Experimenten zur Aufklärung der Proteinbiosynthese (benötigte Komponenten: Ribosomen, mRNA, tRNA, Aminosäuren)</i></p>
		<p><i>benennen Fragestellungen und stellen Hypothesen zur Entschlüsselung des genetischen Codes auf und erläutern klassische Experimente zur Entwicklung der Code-Sonne (E1, E3, E4).</i></p>	<p><i>Analyse der Experimente von Nirenberg zur Entschlüsselung des genetischen Codes</i></p>
		<p>erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Genmutationen [Mutationstypen] (UF1, UF2).</p>	<p>Erarbeitung der Eigenschaften des genetischen Codes, Anwendung der Codesonne, Mutationsanalyse auf Genebene</p>

	<i>E5: Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.</i>	vergleichen die molekularbiologischen Abläufe in der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten (UF1, UF3).	Proteinbiosynthese bei Prokaryonten im Vergleich zu Eukaryonten (Introns/Exons, Prozessierung)
Regulation der Genaktivität <ul style="list-style-type: none"> • Genregulation bei Prokaryoten: Substratinduktion, Endproduktrepression • <i>Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten</i> • Genregulation durch epigenetische Mechanismen • Tumorgene Zeitbedarf: LK ca. 12 Std. GK ca. 7 Std.	UF1: biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.	erläutern und entwickeln Modellvorstellungen auf der Grundlage von Experimenten zur Aufklärung der Genregulation bei Prokaryoten (E2, E5, E6).	Beschreibung des Wachstums-verhaltens und der Enzymsynthese bei E. coli in Abhängigkeit von der Kohlenstoffquelle bzw. dem trp-Angebot, Erläuterungen anhand des Operon-Modells
	UF3: biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen.	<i>erläutern die Bedeutung der Transkriptionsfaktoren für die Regulation von Zellstoffwechsel und Entwicklung (UF1, UF4).</i>	<i>Erarbeitung der Bedeutung von Enhancer- und Silencer-Elementen</i>
	E2: Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern.	<i>erklären mithilfe von Modellen regulatorische Vorgänge bei Eukaryoten (E6).</i>	<i>Erarbeitung des Zusammenwirkens von Transkriptions-faktoren und Transkriptions-aktivatoren bei der Regulation der Genaktivität</i>
	E6: Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen.	erklären einen epigenetischen Mechanismus als Modell zur Regelung des Zellstoffwechsels (E6). <i>[erläutern epigenetische Modelle zur Regelung des Zellstoffwechsels und leiten Konsequenzen für den Organismus ab (E6).]</i>	Erarbeitung der Methylierung von DNA oder / und Acetylierung von Histonproteinen als Mechanismus zur Regelung des Zellstoffwechsels
		erklären mithilfe eines Modells die Wechselwirkung von Proto-Onkogenen und Tumor-Suppressorgenen auf die Regulation des Zellzyklus und erklären [beurteilen] die Folgen von Mutationen in diesen Genen (E6, UF1, UF3, UF4).	Erarbeitung der Krebsentstehung durch Mutationen in Proto-Onkogenen (z. B. ras-Gene) und Tumor-Suppressorgenen (z. B. p53-Gen)
Gentechnik und Bioethik <ul style="list-style-type: none"> • molekulargenetische Werkzeuge und Grundoperationen • Herstellung und Verwendung auch höherer transgener Lebewesen • molekulargenetische Verfahren • <i>aktuelle Entwicklungen in der Biotechnologie</i> 	UF1: biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.	beschreiben molekulargenetische Werkzeuge und erläutern deren Bedeutung für gentechnische Grundoperationen (UF1).	Beschreiben der Werkzeuge: Klonierungsvektoren, Restriktionsenzyme, Ligase; Erläuterung der Bedeutung für die Transformation von Bakterien und Selektion transgener Bakterien
	E2: Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern.	erläutern molekulargenetische Verfahren (u.a. PCR, Gelelektrophorese) und ihre Einsatz-gebiete (E4, E2, UF1).	Erarbeitung: Funktionsprinzip von PCR, Gelelektrophorese <i>[und DNA-Sequenzierung]</i> , Durchführung der Methoden, sofern Versuchsmaterialien vorhanden (alternativ: Exkursion in ein Schülerlabor); Bedeutung dieser Verfahren bei der RFLP-Analyse, für die medizinische Diagnostik und die Gentherapie
	E4: Experimente mit komplexen Versuchsplänen und – aufbauen mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien (Sicherheit, Messvorschriften, Variablenkontrolle, Fehleranalyse) durchführen.		
	K1: bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und		

<p>Zeitbedarf: LK ca. 13 Std. GK ca. 8 Std. ggf. Exkursion ins Schülerlabor</p>	<p>Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden.</p> <p>B1: fachliche, wirtschaftlich-politische und moralische Kriterien bei Bewertungen von biologischen und biotechnischen Sachverhalten unterscheiden und angeben.</p> <p>B3: an Beispielen von Konfliktsituationen mit biologischem Hintergrund kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten.</p>		
		<p>stellen mithilfe geeigneter Medien die Herstellung transgener Lebewesen dar und diskutieren ihre Verwendung (K1, B3).</p>	<p>z. B. Referate über die Herstellung transgener Lebewesen; Diskussion über die Verwendung transgener Lebewesen unter Berücksichtigung geltender Normen und Werte</p>
		<p>geben die Bedeutung von DNA-Chips <i>[und Hochdurchsatz-Sequenzierung an]</i> und beurteilen <i>[bewerten]</i> Chancen und Risiken (B1, B3).</p>	<p>Funktionsprinzip und Einsatz von DNA-Chips <i>und Hochdurchsatz-sequenzierung</i>; Beurteilung/ <i>Bewertung</i> der mit dem Einsatz verbundenen Chancen und Risiken</p>
		<p><i>beschreiben aktuelle Entwicklungen in der Biotechnologie bis hin zum Aufbau von synthetischen Organismen in ihren Konsequenzen für unterschiedliche Einsatzziele und bewerten sie (B3, B4).</i></p>	<p><i>Gentechnik in der Pflanzenzucht, der Lebensmittelherstellung und der Medikamentenherstellung; Aufzeigen von Möglichkeiten und Grenzen sowie Bewertung aktueller Entwicklungen unter Berücksichtigung geltender Normen und Werte</i></p>
<p>Meiose und Rekombination</p> <p>•</p>			
<p>Analyse von Familienstammbäumen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Auswirkungen von Genmutationen • Genwirkketten • [Mutagene] • [DNA-Reparatur] • Rekombinations-vorgänge • Erbgänge 	<p>UF4: Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.</p>	<p>erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, [Chromosom- und Genommutationen] auf den Phänotyp (u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4).</p>	<p>Erarbeitung der Auswirkungen von Genmutationen auf die Genwirkkette des Phenylalanin-stoffwechsels</p>
	<p>E1: selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren.</p>	<p><i>reflektieren und erläutern den Wandel des Genbegriffes (E7).</i></p>	<p><i>Reflexion: Von der „ein-Gen-ein-Enzym-Hypothese“ zur „ein-Gen-ein-Polypeptid-Hypothese“</i></p>
	<p>E3: mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie</p>	<p>erläutern die Grundprinzipien der Rekombination (Reduktion und Neukombination der Chromosomen) bei</p>	<p>Erarbeitung des Prinzips der interchromosomalen Rekombination <i>und</i></p>

<ul style="list-style-type: none"> • Auswirkungen von Chromosomen- und Genommutationen • <i>Methoden der Humangenetik</i> <p>Zeitbedarf: LK ca. 17 Std. GK ca. 10 Std.</p>	<p>Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten.</p> <p>E5: Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern. K4: sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.</p> <p>nur LK: <i>E7: naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.</i></p> <p><i>K2: zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen.</i></p>	<p>Meiose und Befruchtung (UF4). <i>[erläutern die Grundprinzipien der inter- und intrachromosomalen Rekombination (Reduktion und Neukombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung (UF4).]</i></p>	<p><i>des Prinzips der intrachromosomalen Rekombination</i></p>
		<p>formulieren bei der Stammbaumanalyse Hypothesen zu X-chromosomalen und autosomalen Vererbungsmodi genetisch bedingter Merkmale und begründen die Hypothesen mit vorhandenen Daten auf der Grundlage der Meiose (E1, E3, E5, UF4, K4). <i>[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).]</i></p>	<p>[Wdh.: wichtige Fachbegriffe sowie 1. und 2. Mendelsche Regel, Wdh.: Meiose] <i>Einführung der 3. Mendelschen Regel;</i></p> <p>Stammbaumanalyse div. Erbgänge, <i>Zweifaktorenanalyse</i></p>
		<p>erklären die Auswirkungen verschiedener [Gen-,] Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp [(u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten)] (UF1, UF4).</p>	<p>Erarbeitung der verschiedenen Formen der Chromosomen-mutationen, div. Genom-mutationen</p>
		<p><i>recherchieren Informationen zu humangenetischen Fragestellungen (u.a. genetisch bedingten Krankheiten), schätzen die Relevanz und Zuverlässigkeit der Informationen ein und fassen die Ergebnisse strukturiert zusammen (K2, K1, K3, K4).</i></p>	<p><i>Recherche zu u. a. genetisch bedingten Krankheiten, Auswertung und Beurteilung der der Rechercheergebnisse</i></p>

<p>Stammzellforschung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einsatz von Stammzellen • naturwissenschaftlich-gesellschaftliche Positionen zum therapeutischen Einsatz von Stammzellen <p>Zeitbedarf: LK ca. 4 Std. GK ca. 2 Std.</p>	<p>K2: zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen.</p> <p>K3: biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren.</p> <p>B4: begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.</p>	<p>recherchieren Unterschiede zwischen embryonalen und adulten Stammzellen und präsentieren diese unter Verwendung geeigneter Darstellungsformen (K2, K3).</p>	<p><i>Recherche und Präsentation: Entwicklungsmöglichkeiten von embryonalen und adulten Stammzellen</i></p>
		<p>stellen naturwissenschaftlich-gesellschaftliche Positionen zum therapeutischen Einsatz von Stammzellen dar und beurteilen [/bewerten] Interessen sowie Folgen ethisch (B3, B4).</p>	<p>Aufzeigen von Möglichkeiten und Grenzen des therapeutischen Einsatzes von Stammzellen; Beurteilung / Bewertung naturwissenschaftlich-gesellschaftlicher Positionen zum therapeutischen Einsatz von Stammzellen <i>unter Berücksichtigung geltender Normen und Werte</i></p>

Inhaltsfeld 5: Ökologie

Unterrichtsvorhaben II

Inhaltliche Schwerpunkte:

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

Zeitbedarf: ca. 58 Std. im LK (ca. 35 Std. im GK) à 60 Minuten

Kontexte <ul style="list-style-type: none"> • Obligatorische Inhalte • [fakultative Inhalte] • <i>zusätzlich Inhalte im LK</i> 	Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler können...	Konkretisierte Kompetenzen (wird an anderer Stelle bearbeitet, <i>LK-Kompetenzen sind kursiv dargestellt</i>) Die Schülerinnen und Schüler...	Bemerkungen
Wirkung von Ökofaktoren <ul style="list-style-type: none"> • biotische / abiotische Faktoren • Toleranzbereiche und ökologische Potenz • physiologische Potenz • Wirkungsgesetz der Umweltfaktoren (Gesetz des Minimums) • ökologische Nische und Koexistenz von Arten • Temperaturregulation bei Homoiothermen und Poikilothermen Zeitbedarf: LK ca. 14 Std. plus Exkursion GK ca. 9 Std.	UF2: zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden.	<i>untersuchen das Vorkommen, die Abundanz und die Dispersion von Lebewesen eines Ökosystems im Freiland (E1, E2, E4).</i>	<i>Exkursion: Vegetationsaufnahme Wald oder Plankton- und faunistische Untersuchung am (Stadtpark-) Teich</i>
	E7: naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.	<i>planen ausgehend von Hypothesen Experimente zur Überprüfung der ökologischen Potenz nach dem Prinzip der Variablenkontrolle, nehmen kriterienorientiert Beobachtungen und Messungen vor und deuten die Ergebnisse (E2, E3, E4, E5, K4).</i>	<i>Untersuchung z. B. der Temperaturpräferenzen von Gliedertieren (z. B. Mehlwürmern) mit Hilfe einer Temperaturorgel;</i>
	K4: sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.	zeigen den Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von Bioindikatoren und der Intensität abiotischer Faktoren in einem beliebigen Ökosystem (UF3, UF4, E4).	Schwarzerle als Zeigerart für nasse, kalkhaltige Böden; Zeigerarten im Kalkbuchenwald/ Zeigerarten in Fließgewässern
	nur LK: <i>E2: Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern.</i>	erklären mit Hilfe des Modells der ökologischen Nische die Koexistenz von Arten (E6, UF1, UF2).	Erarbeitung der Einnischung zum Beispiel bei Watvögeln

	<p><i>E3: mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten.</i></p> <p><i>E4: Experimente mit komplexen Versuchsplänen und –aufbauten mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien (Sicherheit, Messvorschriften, Variablenkontrolle, Fehleranalyse) durchführen.</i></p> <p><i>E5: Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.</i></p>	erläutern die Aussagekraft von biologischen Regeln (u.a. tiergeographische Regeln) und grenzen diese von naturwissenschaftlichen Gesetzen ab (E7, K4).	Modellversuche zur bergmannschen/ <i>allenschen</i> Regel und zur RGT-Regel; Gegenüberstellung: RGT-Regel und tiergeografische Regeln
<p>Fotosynthese</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundgleichung der Fotosynthese • Fotosyntheserate in Abhängigkeit von abiotischen Faktoren • Unterscheidung von Foto- und Synthesereaktion <p>Zeitbedarf: LK ca. 8 Std. GK ca. 5 Std.</p>	<p>UF1: biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.</p> <p>UF3: biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen.</p> <p><i>nur LK:</i> <i>UF4: Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.</i></p> <p><i>E1: selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren.</i></p>	<p>analysieren Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen abiotischen Faktoren (E5).</p>	<p>Analyse von Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von der Temperatur, dem CO₂-Gehalt, der Lichtintensität und der Wellenlänge</p>
		<i>leiten aus Forschungsexperimenten zur Aufklärung der Fotosynthese zu Grunde liegende Fragestellungen und Hypothesen ab (E1, E3, UF2, UF4).</i>	<i>Analyse z. B. der Experimente von Engelmann, Hill, Kamen und Emerson</i>
		erläutern den Zusammenhang zwischen Fotoreaktion und Synthesereaktion und ordnen die Reaktionen den unterschiedlichen Kompartimenten des Chloroplasten zu (UF1, UF3).	Wdh.: Aufbau des Chloroplasten, Erarbeitung <i>des Ablaufs der Foto- (Primär-/ lichtabhängigen) und der Synthese- (Sekundär-/ licht-unabhängigen) Reaktion und des Zusammenwirkens von Foto- und Synthesereaktion</i>
		<i>erläutern mithilfe einfacher Schemata das Grundprinzip der Energieumwandlung in den Fotosystemen und den Mechanismus der ATP-Synthese (K3, UF1).</i>	<i>Erarbeitung des Prinzips der Energieumwandlung in den Fotosystemen und des Mechanismus der ATP-Synthese</i>
<p>Beziehungen zwischen Lebewesen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von Populationen • Intra- und interspezifische Beziehungen: u.a. Lotka-Volterra-Modell • <i>Kybernetische Modelle</i> • K-/r-Strategie 	<p>UF1: biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.</p> <p>E5: Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und</p>	beschreiben die Dynamik von Populationen in Abhängigkeit von dichteabhängigen und dichteunabhängigen Faktoren (UF1).	Erarbeitung des Einflusses von dichteabhängigen und dichteunabhängigen Faktoren auf die Entwicklung von Populationen; [Vergleich mit computergestützter Simulation des Populationswachstums]

<ul style="list-style-type: none"> • Sukzession <p>Zeitbedarf: LK ca. 16 Std. GK ca. 9 Std.</p>	<p>Ergebnisse verallgemeinern.</p> <p>E6: Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen.</p>	entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1, E5).	[Untersuchung der Auswirkungen jahreszeitlicher Änderungen am Beispiel des Ökosystems See/Wald]
		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).	Vergleich von Sukzessionsstadien, die Ökosysteme regelmäßig durchlaufen
		<i>vergleichen das Lotka-Volterra-Modell mit veröffentlichten Daten aus Freilandmessungen und diskutieren die Grenzen des Modells (E6).</i>	<i>Vergleich des Lotka-Volterra-Modells mit den Populationschwankungen bei Schneeschuhhase und Luchs im Freiland</i>
		untersuchen Veränderungen von Populationen mit Hilfe von Simulationen auf der Grundlage des Lotka-Volterra-Modells (E6).	Untersuchung von Räuber-Beute-Beziehungen in der Simulation: Analyse von Populationsschwankungen unter Anwendung der Lotka-Volterra-Regeln
		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).	Referate zu parasitischen bzw. symbiontischen Beziehungen zwischen Lebewesen ; <i>Versuche zur Entwicklung von Schmetterlingsblütlern; Nachweis von Symbionten aus Rinderpansen</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Biologische Produktion in Ökosystemen: Trophieebenen, Biomasse etc. • Stoffkreislauf [Kohlenstoff/ Stickstoff] • Anthropogener Kreislauf des Kohlenstoffs • <i>Treibhauseffekt</i> • Energiefluss <p>Zeitbedarf: LK ca. 12 Std. GK ca. 7 Std.</p>	<p>UF1: biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.</p> <p>UF4: Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.</p> <p>E5: Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und</p>	stellen energetische und stoffliche Beziehungen verschiedener Organismen unter den Aspekten von Nahrungskette, Nahrungsnetz und Trophieebene formal, sprachlich und fachlich korrekt dar (K1, K3)	<i>Bestimmung von Destruenten in der Laubschicht (Wald)</i>
		präsentieren und erklären auf der Grundlage von Untersuchungsdaten die Wirkung von anthropogenen Faktoren auf einen ausgewählten globalen Stoffkreislauf (K1, K3, UF1),	Film zum Kreislauf des Kohlenstoffs
			Posterpräsentation zur Darstellung anthropogener Einflüsse auf den Kohlenstoff-Stickstoff- und/oder Wasserkreislauf

	<p>Ergebnisse verallgemeinern.</p> <p>E6: Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen.</p> <p>K2: zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, aus-werten und vergleichend beurteilen.</p> <p>K3: biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressaten-gerecht präsentieren.</p>	<p>präsentieren und erklären auf der Grundlage von Untersuchungsdaten die Wirkung von anthropogenen Faktoren auf einen ausgewählten Stoffkreislauf [/ auf ausgewählte globale Stoffkreisläufe] (K1, K3, UF1).</p>	<p>Posterpräsentation zur Darstellung anthropogener Einflüsse auf den Kohlenstoff-Stickstoff- und/oder Wasserkreislauf <i>Bestimmung von Güteklassen : (Gewässer /Wald)</i></p>
<p>Natur nutzen – Natur schützen Mensch und Ökosysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nutzung natürlicher Ressourcen • Folgen anthropogener Einflüsse für die Umwelt • Naturschutz <p>Zeitbedarf: LK ca. 8 Std. GK ca. 5 Std.</p>	<p>K1: bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden.</p> <p>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.</p> <p>B3: an Beispielen von Konfliktsituationen mit biologischem Hintergrund kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten.</p> <p>K4: sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.</p>	<p>diskutieren Konflikte zwischen der Nutzung natürlicher Ressourcen und dem Naturschutz (B2, B3).</p> <p>entwickeln Handlungsoptionen für das eigene Konsumverhalten und schätzen diese unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit ein (B2, B3).</p>	<p>Diskussion: Wert der Biodiversität aus verschiedenen Perspektiven</p> <p>kriteriengeleitete Bewertung von Handlungsoptionen im Sinne der Nachhaltigkeit</p> <p><i>Erarbeitung des Aspekts „Ökobilanz“ an einem ausgewählten Beispiel (z.B. Bio-Produkte aus Südamerika)</i></p>

Inhaltsfeld 4: Neurobiologie

Unterrichtsvorhaben III

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Aufbau und Funktion von Neuronen
- Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung
- Plastizität und Lernen

Zeitbedarf: ca. 38 Std. im LK (23 Std. im GK) à 60 Minuten

Kontexte <ul style="list-style-type: none"> • Obligatorische Inhalte • [fakultative Inhalte] • <i>zusätzlich Inhalte im LK</i> 	Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler können...	Konkretisierte Kompetenzen (wird an anderer Stelle bearbeitet, LK-Kompetenzen sind kursiv dargestellt) Die Schülerinnen und Schüler...	Bemerkungen
Neuronen verarbeiten Informationen <ul style="list-style-type: none"> • Bau und Funktion von Nervenzellen • Elektrophysiologische Untersuchungsmethoden • Erregungsbildung (Ruhe- und Aktionspotenzial) • Erregungsleitung • Erregungsübertragung an Synapsen Zeitbedarf: LK ca. 14 Std. GK ca. 10 Std	UF1: biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.	beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1).	Erarbeitung: Allgemeine Übersicht über die verschiedenen Abschnitte
	UF2: zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden.	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).	Besprechung des Versuchsaufbaus zur Ableitung an einem Riesenaxon Erarbeitung der Grundlagen der Bioelektrizität, der Entstehung und Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials und der Eigenschaften und Entstehung des Aktionspotenzials Modellversuch zum Gleichgewichtspotenzial
	UF3: biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen.	leiten aus Messdaten der Patch-Clamp-Technik Veränderungen von Ionenströmen durch Ionenkanäle ab und entwickeln dazu Modellvorstellungen (E5, E6, K4).	<i>Erarbeitung der Patch-Clamp-Methode, Auswertung und Deutung von Messergebnissen mithilfe der Kenntnisse zum Membranbau</i>
	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. B2: Auseinandersetzungen und Kontroversen zu biologischen und biotechnischen Problemen		

	<p>und Entwicklungen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Entscheidungen auf der Basis von Sachargumenten vertreten.</p> <p>B3: an Beispielen von Konfliktsituationen mit biologischem Hintergrund kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten.</p> <p>B4: begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.</p> <p>nur LK: <i>K4: sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen</i></p> <p><i>oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.</i></p>	<p>erklären die Weiterleitung des Aktionspotentials an myelinisierten Axonen (UF1). <i>[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></p>	<p>Erarbeitung der saltatorischen Erregungsleitung <i>(Vergleich der Leitungsgeschwindigkeiten verschiedener Axone: Erklärung aufgrund der passiven/ kontinuierlichen und saltatorischen Erregungsleitung</i></p>
		<p>erklären Ableitungen von Potentialen mittels Messelektroden an Axon und Synapse und werten Messergebnisse unter Zuordnung der molekularen Vorgänge an Biomembranen aus (E5, E2, UF1, UF2).</p>	<p>Erarbeitung der Vorgänge bei der Erregungsübertragung an Synapsen</p>
		<p>erläutern die Verschaltung von Neuronen bei der Erregungsweiterleitung und der Verrechnung von Potentialen mit der Funktion der Synapsen auf molekularer Ebene (UF1, UF3).</p>	<p>Erläuterung der Vorgänge an erregenden und hemmenden Synapsen und deren Verrechnung</p>
		<p>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).</p>	<p>Darstellung der Wirkung von Stoffen an verschiedenen Angriffspunkten im Nervensystem</p>
		<p>erklären Wirkungen von exogenen Substanzen auf den Körper und bewerten mögliche Folgen für Individuum und Gesellschaft (B3, B4, B2, UF4). <i>[leiten Wirkungen von endo- und exogenen Substanzen (u.a. von Neuroenhancern) auf die Gesundheit ab und bewerten mögliche Folgen für Individuum und Gesellschaft (B3, B4, B2, UF2, UF4)].</i></p>	<p>Darstellung der Wirkungen und Folgen von Drogenkonsum bzw. Medikamenteneinnahme</p>
<p>Unsere Augen – die Fenster zur Welt</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reizwandlung und Verstärkung in Rezeptoren • Aufbau [des Auges (Wdh.) und] der Netzhaut • Bildverarbeitung in der Netzhaut • Vom Reiz zur Wahrnehmung <p>Zeitbedarf: LK ca. 9 Std. GK ca. 5 Std</p>	<p>. UF4: Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.</p> <p>K1: bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden.</p> <p>nur LK: <i>E1: selbstständig in unterschiedlichen</i></p>	<p>stellen das Prinzip der Signaltransduktion an einem Rezeptor anhand von Modellen dar (E6, UF1, UF2, UF4). [stellen die Veränderung der Membranspannung an Lichtsinneszellen anhand von Modellen dar und beschreiben die Bedeutung des second messengers und der Reaktionskaskade bei der Fototransduktion (E6, E1)].</p>	<p>Erarbeitung der Bedeutung der Sinneszelle als Reizwandler <i>(Vertiefung durch Erläuterung der Vorgänge bei der Fotorezeption)</i></p>
		<p><i>erläutern den Aufbau und die Funktion der Netzhaut unter den Aspekten der Farb- und Kontrastwahrnehmung (UF3, UF4).</i></p>	<p>Aufbau der Netzhaut, Vergleich der Absorptionsspektren, Erläuterung der Gittertäuschung aufgrund der lateralen Hemmung, Versuche zur Verteilung von</p>

	<p><i>Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren.</i></p> <p><i>E6: Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen.</i></p>		<p>Stäbchen und Zapfen auf der Netzhaut mit einem Perimeter, Darstellung z. B. als Fließdiagramm</p>
		stellen den Vorgang von der durch einen Reiz ausgelösten Erregung von Sinneszellen bis zur Entstehung des Sinneseindrucks bzw. der Wahrnehmung im Gehirn unter Verwendung fachspezifischer Darstellungsformen in Grundzügen dar (K1, K3).	
<p>Autonome Regulation – das vegetative Nervensystem</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sympathikus und Parasympathikus • Regelung physiologischer Funktionen • <i>Regelkreis</i> <p>Zeitbedarf: LK ca. 5 Std. GK ca. 3 Std.</p>	<p>UF4: Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.</p> <p>E6: Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen.</p>	erklären die Rolle von Sympathikus und Parasympathikus bei der neuronalen und hormonellen Regelung von physiologischen Funktionen an Beispielen (UF4, E6, UF2, UF1).	Mögliche Beispiele: Steuerung und Regelung des Blutdrucks, Stressreaktionen, Regelung des Energieumsatzes durch Schilddrüsenhormone, Regelung des Blutzuckers, der Keimdrüsenfunktion
<p>Gehirn und Hirnforschung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gehirnbau und Funktion der Hirnteile • Bildgebende Verfahren zur Erforschung von Gehirnfunktionen • Degenerative Erkrankungen des Gehirns • Einsatz von Neuroenhancern <p>Zeitbedarf: LK ca. 6 Std. GK ca. 3 Std.</p>	<p>K2: zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in aus-gewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen.</p> <p>nur LK:</p> <p>B4: begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.</p>	<p>ermitteln mithilfe der Aufnahmen eines bildgebenden Verfahrens Aktivitäten verschiedener Gehirnareale (E5, UF4) <i>[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)]</i></p>	<p>Beschreiben der Aktivitäten verschiedener Großhirnbereiche z. B. beim Wortebilden mittels PET-Scan <i>(Vergleich von PET und MRT)</i></p>
		recherchieren und präsentieren aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu einer degenerativen Erkrankung (K2, K3).	Mögliche Beispiele: Parkinson-Syndrom, Alzheimer-Demenz, Chorea Huntington, Multiple Sklerose

		leiten Wirkungen von endo- und exogenen Substanzen (u.a. von Neuroenhancern) auf die Gesundheit ab und bewerten mögliche Folgen für Individuum und Gesellschaft (B3, B4, B2, UF2, UF4)]	<i>Darstellung der Wirkungen und Folgen von Neuroenhancer-einnahme</i>
Lernen und Gedächtnis <ul style="list-style-type: none"> • Lernformen • Gedächtnismodelle • Veränderungen im Gehirn durch Lernvorgänge Zeitbedarf: LK ca. 4 Std. GK ca. 2 Std.	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.		
		stellen aktuelle Modellvorstellungen zum Gedächtnis auf anatomisch-physiologischer Ebene dar (K3, B1).	z. B. zeitliche und funktionale Gedächtnismodelle nach Markowitsch
		erklären die Bedeutung der Plastizität des Gehirns für ein lebenslanges Lernen (UF4). [erklären den Begriff der Plastizität anhand geeigneter Modelle und leiten die Bedeutung für ein lebenslanges Lernen ab (E6, UF4)].	Beschreibung der möglichen Veränderungen in den Neuronen und im Nervensystem, die lebenslange Lernvorgänge ermöglichen

Inhaltsfeld 6: Evolution

Unterrichtsvorhaben IV

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Entwicklung der Evolutionstheorie (nur LK)
- Grundlagen evolutiver Veränderung
- Art und Artbildung
- Evolution und Verhalten
- Evolution des Menschen
- Stammbäume

Zeitbedarf: ca. 37 Std. im LK (22 Std. im GK) à 60 Minuten

<p>Evolutionstheorien im Wandel der Zeit</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Entwicklung des Evolutionsgedankens</i> <p>Zeitbedarf: LK ca. 2 Std.</p>	<p>nur LK:</p> <p><i>E7: naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.</i></p>	<p><i>stellen Erklärungsmodelle für die Evolution in ihrer historischen Entwicklung und die damit verbundenen Veränderungen des Weltbildes dar (E7).</i></p>	<p><i>u. a. Linné, Cuvier, Lamarck, Darwin</i></p>
<p>Ursachen der Evolution</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ordnung der Lebewesen • Evolutionsfaktoren • Populationsgenetik (Hardy-Weinberg-Gesetz) • Fitness-Konzept • Evolution von Sozialstrukturen • Coevolution • Prozesse der Artbildung / Isolation • Adaptive Radiation • Bedeutung der Biodiversität • Synthetische Evolutionstheorie 	<p>UF1: biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.</p>	<p>beschreiben die Einordnung von Lebewesen mithilfe der Systematik und der binären Nomenklatur (UF1, UF4).</p>	<p>Erarbeitung der binären Nomenklatur nach Linné</p>
	<p>UF2: zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden.</p>	<p>erläutern den Einfluss der Evolutionsfaktoren (Mutation, Rekombination, Selektion, Gendrift) auf den Genpool einer Population (UF4, UF1).</p>	<p>Erarbeitung des Einflusses von Evolutionsfaktoren, u. a. Wirkungsweisen der Selektion</p>
	<p>UF4: Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.</p>	<p><i>bestimmen und modellieren mithilfe des Hardy-Weinberg-Gesetzes die Allelfrequenzen in Populationen und geben Bedingungen für die Gültigkeit des Gesetzes an (E6).</i></p>	<p><i>Verwendung eines Simulationsprogramms</i></p>
	<p>E6: Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Pro-</p>	<p>erläutern das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen (UF1, UF4).</p>	<p>Erarbeitung von Evolutionsprozessen unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung</p>

<p>Abgrenzung zu nicht-naturwissenschaftlichen Positionen</p> <p>Zeitbedarf: LK ca. 19 Std. GK ca. 13 Std.</p>	<p>zesse erklären oder vorhersagen.</p> <p>K3: biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren.</p> <p>nur LK: <i>K4: sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.</i></p> <p><i>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.</i></p>	<p>analysieren anhand von Daten die evolutionäre Entwicklung von Sozialstrukturen (Paarungssysteme, Habitatwahl) unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (E5, UF2, UF4, K4).</p>	<p>Analyse div. Verhaltensweisen in Hinblick auf die Evolution von Sozialstrukturen (Kooperationsverhalten, <i>Verhalten zur Konfliktlösung, Bedeutung der Rangordnung</i>, Paarungssysteme)</p>
		<p>wählen angemessene Medien zur Darstellung von Beispielen zur Coevolution aus und präsentieren die Beispiele (K3, UF2).</p>	<p>Präsentation div. Beispiele für Coevolution</p>
		<p>erklären Modellvorstellungen zu Artbildungsprozessen (u.a. allopatrische und sympatrische Artbildung) an Beispielen (E6, UF1).</p>	<p>Erarbeitung der Isolationsmechanismen sowie der allopatrischen und sympatrischen Artbildung</p>
		<p>stellen den Vorgang der adaptiven Radiation unter dem Aspekt der Anpasstheit dar (UF2, UF4).</p>	<p>Erarbeitung der adaptiven Radiation am Beispiel der Säugetiere und Beuteltiere</p>
		<p><i>beschreiben Biodiversität auf verschiedenen Systemebenen (genetische Variabilität, Artenvielfalt, Vielfalt der Ökosysteme) (UF4, UF1, UF2, UF3).</i></p>	<p><i>Biodiversität als Folge von Mutation und Rekombination und Artbildungsprozessen; stellvertretend für die Vielfalt von Öko-systemen div. Beispiele (See, Bach, Wald)</i></p>
		<p>stellen die synthetische Evolutionstheorie zusammenfassend dar (UF2, UF4).</p>	<p>Darstellung von Evolution als Wandel von Genfrequenzen durch Einwirken von Evolutionsfaktoren</p>
		<p><i>grenzen die Synthetische Theorie der Evolution gegenüber nicht naturwissenschaftlichen Positionen zur Entstehung von Artenvielfalt ab</i></p>	<p><i>Abgrenzung zum Kreationismus</i></p>

		<i>und nehmen zu diesen begründet Stellung (B2, K4).</i>	
<p>Belege für Evolution</p> <ul style="list-style-type: none"> • Homologie und Analogie • molekularbiologische Nachweisverfahren für phylogenetische Verwandtschaften • Datierungsmethoden • Analyse phylogenetischer Stammbäume <p>Zeitbedarf: LK ca. 10 Std. GK ca. 5 Std.</p>	E2: Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern.	erstellen und analysieren Stammbäume anhand von Daten zur Ermittlung von Verwandtschaftsbeziehungen von Arten (E3, E5).	Erarbeitung von Verwandtschaftsverhältnissen aufgrund von Vergleichen (z. B. Extremitäten verschiedener Tiere)
	E3: mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten.	deuten Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Merkmalen von Organismen zum Beleg konvergenter und divergenter Entwicklungen (E5, UF3).	Erarbeitung der Homologie-kriterien und ihre Anwendung auf div. Beispiele, molekularbiologische Homologien, Ab-grenzung zur Analogie
	E5: Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.	stellen Belege für die Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie (u.a. Molekularbiologie) adressatengerecht dar (K1, K3).	Darstellung der verschiedenen Belege für Evolution
	K1: bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Dar-stellungsweisen verwenden.	<i>erklären mithilfe molekulargenetischer Modellvorstellungen zur Evolution der Genome die genetische Vielfalt der Lebewesen (K4, E6).</i>	<i>Erarbeitung: Evolution der Genome durch z. B. Gen-duplikationen / Genverlust, Polyploidie usw.</i>
	K4: sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.	<i>beschreiben und erläutern molekulare Verfahren zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen (UF1, UF2).</i>	<i>Präzipitintest, Aminosäure- und DNA-Sequenzvergleiche, DNA-DNA-Hybridisierung</i>
		analysieren molekulargenetische Daten und deuten sie mit Daten aus klassischen Datierungsmethoden im Hinblick auf die Verbreitung von Allelen und Verwandtschafts-beziehungen von Lebewesen (E5, E6).	z. B. Analyse von Untersuchungsergebnissen, die das „Lesen“ von molekularen Uhren ermöglichen, verschiedene Möglichkeiten der Stammbaum-erstellung
		entwickeln und erläutern Hypothesen zu phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Homologien (E3, E5, K1, K4).	am Beispiel der Evolution der Rüsseltiere
		belegen an Beispielen den aktuellen evolutionären Wandel von Organismen (u.a. mithilfe von Auszügen aus	z. B. der Einfluss des Menschen auf die Evolution der Elefanten

		Gendatenbanken) (E2, E5).		
Humanevolution <ul style="list-style-type: none"> • Einordnung des Menschen in das natürliche System • Besonderheiten des Menschen (Wdh.) • Fossilgeschichte des Menschen • Stammbaum des Menschen • Variabilität des modernen Menschen Zeitbedarf: LK ca. 8 Std. GK ca. 4 Std.	UF3: biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen.	ordnen den modernen Menschen kriteriengeleitet den Primaten zu (UF3).	Erarbeitung der Kennzeichen von Primaten, Stellung des Menschen	
	E7: naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.	K4: sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.	diskutieren wissenschaftliche Befunde (u.a. Schlüsselmerkmale) und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch-konstruktiv (K4, E7).	Erarbeitung von Befunden zur Evolution der Hominiden, Hominidenstammbaum, u. a. die phylogenetische Stellung des Neandertalers
	B1: fachliche, wirtschaftlich-politische und moralische Kriterien bei Bewertungen von biologischen und biotechnischen Sachverhalten unterscheiden und angeben.	B3: an Beispielen von Konfliktsituationen mit biologischem Hintergrund kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten.	bewerten die Problematik des Rasse-Begriffs beim Menschen aus historischer und gesellschaftlicher Sicht und nehmen zum Missbrauch dieses Begriffs aus fachlicher Perspektive Stellung (B1, B3, K4).	kriteriengeleitete Bewertung der Problematik des Rasse-Begriffs beim Menschen