Einführungsphase:

Hinweis: Thema, Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte und Kompetenzen hat die Fachkonferenz der Beispielschule verbindlich vereinbart. In allen anderen Bereichen sind Abweichungen von den vorgeschlagenen Vorgehensweisen bei der Konkretisierung der Unterrichtsvorhaben möglich. Darüber hinaus enthält dieser schulinterne Lehrplan in den Kapiteln 2.2 bis 2.4 übergreifende sowie z.T. auch jahrgangsbezogene Absprachen zur fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit, zur Leistungsbewertung und zur Leistungsrückmeldung. Je nach internem Steuerungsbedarf können solche Absprachen auch vorhabenbezogen vorgenommen werden.

Inhaltsfeld: IF 2 (Energiestoffwechsel)

- **Unterrichtsvorhaben IV:** Enzyme im Alltag – *Welche Rolle spielen Enzyme in unserem Leben?*
- **Unterrichtsvorhaben V:** Biologie und Sport – *Welchen Einfluss hat körperliche Aktivität auf unseren Körper?*

Inhaltliche Schwerpunkte:
- Enzyme
- Dissimilation
- Körperliche Aktivität und Stoffwechsel

Basiskonzepte:

System
Muskulatur, Mitochondrium, Enzym, Zitronensäurezyklus, Dissimilation, Gärung

Struktur und Funktion
Enzym, Grundumsatz, Leistungsumsatz, Energieumwandlung, ATP, NAD^+

Entwicklung
Training

Zeitbedarf: ca. 45 Std. à 45 Minuten

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

<table>
<tr><td colspan="4">Unterrichtsvorhaben IV:
Thema/Kontext: Enzyme im Alltag – Welche Rolle spielen Enzyme in unserem Leben?</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfelder: IF 1 (Biologie der Zelle), IF 2 (Energiestoffwechsel)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
• Enzyme

Zeitbedarf: ca. 19 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können …
• E2 kriteriengeleitet beobachten und messen sowie gewonnene Ergebnisse objektiv und frei von eigenen Deutungen beschreiben.
• E4 Experimente und Untersuchungen zielgerichtet nach dem Prinzip der Variablenkontrolle unter Beachtung der Sicherheitsvorschriften planen und durchführen und dabei mögliche Fehlerquellen reflektieren.
• E5 Daten bezüglich einer Fragestellung interpretieren, daraus qualitative und einfache quantitative Zusammenhänge ableiten und diese fachlich angemessen beschreiben.</td></tr>
<tr><td>Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</td><td>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans
Die Schülerinnen und Schüler …</td><td>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</td><td>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</td></tr>
<tr><td>Wie sind Zucker aufgebaut und wo spielen sie eine Rolle?
• Monosaccharid,
• Disaccharid
• Polysaccharid</td><td>ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle (Kohlenhydrate, [Lipide, Proteine, Nucleinsäuren]) den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften (UF1, UF3).</td><td>Informationstexte zu funktionellen Gruppen und ihren Eigenschaften sowie Kohlenhydratklassen und Vorkommen und Funktion in der Natur

„Spickzettel“ als legale Methode des Memorierens

Museumsgang

Beobachtungsbogen mit Kriterien für „gute Spickzettel“</td><td>Gütekriterien für gute „Spickzettel“ werden erarbeitet (Übersichtlichkeit, auf das Wichtigste beschränkt, sinnvoller Einsatz von mehreren Farben, um Inhalte zu systematisieren etc.) werden erarbeitet.

Der beste „Spickzettel“ kann gekürt und allen SuS über „lo-net“ zur Verfügung gestellt werden.</td></tr>
</table>

Wie sind Proteine aufgebaut und wo spielen sie eine Rolle? • Aminosäuren • Peptide, Proteine • Primär-, Sekundär-, Tertiär-, Quartärstruktur	ordnen die biologisch bedeutsamen Makromoleküle ([Kohlenhydrate, Lipide], Proteine, [Nucleinsäuren]) den verschiedenen zellulären Strukturen und Funktionen zu und erläutern sie bezüglich ihrer wesentlichen chemischen Eigenschaften (UF1, UF3).	**Haptische Modelle** (z.B. Legomodelle) zum Proteinaufbau **Informationstexte** zum Aufbau und der Struktur von Proteinen **Gruppenarbeit** **Lernplakate** zum Aufbau von Proteinen	Der Aufbau von Proteinen wird erarbeitet. Die Quartärstruktur wird am Beispiel von Hämoglobin veranschaulicht. Lernplakate werden erstellt und auf ihre Sachrichtigkeit und Anschaulichkeit hin diskutiert und ggf. modifiziert. Sie bleiben im Fachraum hängen und dienen der späteren Orientierung.

Welche Bedeutung haben Enzyme im menschlichen Stoffwechsel? • Aktives Zentrum • Allgemeine Enzymgleichung • Substrat- und Wirkungsspezifität	beschreiben und erklären mithilfe geeigneter Modelle Enzymaktivität und Enzymhemmung (E6).	**Experimentelles Gruppenpuzzle:** a) Ananassaft und Quark oder Götterspeise und frischgepresster Ananassaft in einer Verdünnungsreihe b) Lactase und Milch sowie Glucoseteststäbchen (Immobilisierung von Lactase mit Alginat) c) Peroxidase mit Kartoffelscheibe oder Kartoffelsaft (Verdünnungsreihe) d) Urease und Harnstoffdünger (Indikator Rotkohlsaft) **Hilfekarten** (gestuft) für die vier verschiedenen Experimente **Checklisten** mit Kriterien für - naturwissenschaftliche Fragestellungen, - Hypothesen, - Untersuchungsdesigns. **Plakatpräsentation Museumsgang** **Gruppenrallye** mit	Die Substrat- und Wirkungsspezifität werden veranschaulicht. Die naturwissenschaftlichen Fragestellungen werden vom Phänomen her entwickelt. Hypothesen zur Erklärung der Phänomene werden aufgestellt. Experimente zur Überprüfung der Hypothesen werden geplant, durchgeführt und abschließend werden mögliche Fehlerquellen ermittelt und diskutiert. Die gestuften Hilfen (Checklisten) sollen Denkanstöße für jede Schlüsselstelle im Experimentierprozess geben. Vorgehen und Ergebnisse werden auf Plakaten präsentiert. SuS erhalten Beobachtungsbogen für den Museumsgang und verteilen Punkte. Anschließend wird das beste Plakat gekürt. Modelle zur Funktionsweise des aktiven Zentrums werden

		Anwendungsbeispielen zu je einem Beispiel aus dem anabolen und katabolen Stoffwechsel.	erstellt. Hier bietet sich an die Folgen einer veränderten Aminosäuresequenz, z. B. bei Lactase mithilfe eines Modells zu diskutieren.
Welche Wirkung / Funktion haben Enzyme? • Katalysator • Biokatalysator • Endergonische und exergonische Reaktion • Aktivierungsenergie, Aktivierungsbarriere / Reaktionsschwelle	erläutern Struktur und Funktion von Enzymen und ihre Bedeutung als Biokatalysatoren bei Stoffwechselreaktionen (UF1, UF3, UF4).	**Schematische Darstellungen** von Reaktionen unter besonderer Berücksichtigung der Energieniveaus	Die zentralen Aspekte der Biokatalyse werden erarbeitet: 1. Senkung der Aktivierungsenergie 2. Erhöhung des Stoffumsatzes pro Zeit
Was beeinflusst die Wirkung / Funktion von Enzymen? • pH-Abhängigkeit • Temperaturabhängigkeit	beschreiben und interpretieren Diagramme zu enzymatischen Reaktionen (E5).	**Checkliste** mit Kriterien zur Beschreibung und Interpretation von Diagrammen	**Das Beschreiben und Interpretieren von Diagrammen wird geübt.**

• Schwermetalle • Substratkonzentration / Wechselzahl	stellen Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von verschiedenen Faktoren auf und überprüfen sie experimentell und stellen sie graphisch dar (E3, E2, E4, E5, K1, K4).	**Experimente** zum Nachweis der Konzentrations-, Temperatur- und pH-Abhängigkeit (z.B. Katalase-Kartoffel,Lactase und Bromelain- Ananas, Kiwi) **Modellexperimente** mit Schere und Papierquadraten zur Substratkonzentration	Experimente zur Ermittlung der Abhängigkeiten der Enzymaktivität werden geplant und durchgeführt. Wichtig: Denaturierung im Sinne einer irreversiblen Hemmung durch Temperatur, pH-Wert und Schwermetalle muss herausgestellt werden. Die Wechselzahl wird problematisiert. **Durchführung von Experimenten zur Ermittlung von Enzymeigenschaften an ausgewählten Beispielen.**
Wie wird die Aktivität der Enzyme in den Zellen reguliert? • kompetitive Hemmung, • allosterische (nicht kompetitive) Hemmung • Substrat und Endprodukthemmung	beschreiben und erklären mithilfe geeigneter Modelle Enzymaktivität und Enzymhemmung (E6).	**Gruppenarbeit** **Informationsmaterial** zu Trypsin (allosterische Hemmung) und Allopurinol (kompetitive Hemmung) **Modellexperimente** mit Fruchtgummi und Smarties, Fettresorptoinshemmer **Experimente** mithilfe einer Interaktionsbox mit Materialien (Knete, Moosgummi, Styropor etc.) **Checkliste** mit Kriterien zur Modellkritik	Wesentliche Textinformationen werden in einem begrifflichen Netzwerk zusammengefasst. Die kompetitive Hemmung wird simuliert. Modelle zur Erklärung von Hemmvorgängen werden entwickelt. Reflexion und Modellkritik
Wie macht man sich die Wirkweise von Enzymen zu Nutze? • Enzyme im Alltag - Technik - Medizin - u. a.	recherchieren Informationen zu verschiedenen Einsatzgebieten von Enzymen und präsentieren und bewerten vergleichend	**(Internet)Recherche**	Die Bedeutung enzymatischer Reaktionen für z.B. Veredlungsprozesse und medizinische Zwecke wird herausgestellt.

	die Ergebnisse (K2, K3, K4). geben Möglichkeiten und Grenzen für den Einsatz von Enzymen in biologisch-technischen Zusammenhängen an und wägen die Bedeutung für unser heutiges Leben ab (B4).		Als Beispiel können Enzyme im Waschmittel und ihre Auswirkung auf die menschliche Haut besprochen und diskutiert werden.

Diagnose von Schülerkompetenzen:

- Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe

Leistungsbewertung:

- *Evtl. multiple choice* -Tests
- KLP-Überprüfungsform: „experimentelle Aufgabe“ (z.B. Entwickeln eines Versuchsaufbaus in Bezug auf eine zu Grunde liegende Fragestellung und/oder Hypothese) zur Ermittlung der Versuchsplanungskompetenz (E4)
- ggf. Klausur

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Unterrichtsvorhaben V: **Thema/Kontext:** Biologie und Sport – *Welchen Einfluss hat körperliche Aktivität auf unseren Körper?*	
Inhaltsfeld: IF 2 **(**Energiestoffwechsel)	
Inhaltliche Schwerpunkte: • Dissimilation • Körperliche Aktivität und Stoffwechsel **Zeitbedarf**: ca. 26 Std. à 45 Minuten	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **UF3** die Einordnung biologischer Sachverhalte und Erkenntnisse in gegebene fachliche Strukturen begründen. • **B1** bei der Bewertung von Sachverhalten in naturwissenschaftlichen Zusammenhängen fachliche, gesellschaftliche und moralische Bewertungskriterien angeben. • **B2** in Situationen mit mehreren Handlungsoptionen Entscheidungsmöglichkeiten kriteriengeleitet abwägen, gewichten und einen begründeten Standpunkt beziehen. • **B3** in bekannten Zusammenhängen ethische Konflikte bei

		Auseinandersetzungen mit biologischen Fragestellungen sowie mögliche Lösungen darstellen.	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Welche Veränderungen können während und nach körperlicher Belastung beobachtet werden? *Systemebene: Organismus* • Belastungstest • Schlüsselstellen der körperlichen Fitness		***Belastungstests**, evtl. multi-stage* Belastungstest oder *Münchener* Belastungstest. **Selbstbeobachtungsprotokoll** zu Herz, Lunge *Evtl. Graphic Organizer* auf verschiedenen Systemebenen	Begrenzende Faktoren bei unterschiedlich trainierten Menschen werden ermittelt. Damit kann der Einfluss von Training auf die Energiezufuhr, Durchblutung, Sauerstoffversorgung, Energiespeicherung und Ernährungsverwertung systematisiert werden. Die Auswirkung auf verschiedene Systemebenen (Organ, Gewebe, Zelle, Molekül) kann graphisch dargestellt und bewusst gemacht werden.
Wie reagiert der Körper auf unterschiedliche Belastungssituationen und wie unterscheiden sich verschiedene Muskelgewebe voneinander? *Systemebene: Organ und Gewebe* • Muskelaufbau *Systemebene: Zelle*	erläutern den Unterschied zwischen roter und weißer Muskulatur (UF1). präsentieren unter Einbezug geeigneter Medien und unter Verwendung einer korrekten Fachsprache die aerobe und anaerobe Energieumwandlung in Abhängigkeit von körperlichen Aktivitäten (K3,	**Partnerpuzzle** mit Arbeitsblättern zur roten und weißen Muskulatur und zur Sauerstoffschuld **Bildkarten** zu Muskeltypen und Sportarten	Hier können Beispiele von 100-Meter-, 400-Meter- und 800-Meter-Läufern analysiert werden. Verschiedene Muskelgewebe werden im Hinblick auf ihre Mitochondriendichte (stellvertretend für den Energiebedarf) untersucht / ausgewertet. Muskeltypen werden begründend

• Sauerstoffschuld, Energiereserve der Muskeln, Glykogenspeicher *Systemebene: Molekül* • Lactat-Test • Milchsäure-Gärung	UF1). überprüfen Hypothesen zur Abhängigkeit der Gärung von verschiedenen Faktoren (E3, E2, E1, E4, E5, K1, K4).	**Informationsblatt** **Experimente** mit Sauerkraut (u.a. pH-Wert) **Forscherbox**	Sportarten zugeordnet. Die Milchsäuregärung dient der Veranschaulichung anaerober Vorgänge: Modellexperiment zum Nachweis von Milchsäure unter anaeroben Bedingungen wird geplant und durchgeführt. In diesem Unterrichtsvorhaben liegt ein Schwerpunkt auf dem Wechsel zwischen den biologischen Systemebenen gemäß der Jo-Jo-Methode (häufiger Wechsel zwischen den biologischen Organisationsebenen)
Welche Faktoren beeinflussen den Energieumsatz und welche Methoden helfen bei der Bestimmung? *Systemebenen: Organismus, Gewebe, Zelle, Molekül* • Energieumsatz (Grundumsatz und Leistungsumsatz) • Direkte und indirekte Kalorimetrie *Welche Faktoren spielen eine Rolle bei körperlicher Aktivität?* • Sauerstofftransport im Blut • Sauerstoffkonzentration im Blut • Erythrozyten	stellen Methoden zur Bestimmung des Energieumsatzes bei körperlicher Aktivität vergleichend dar (UF4).	**Film** zur Bestimmung des Grund- und Leistungsumsatzes **Film** zum Verfahren der Kalorimetrie (Kalorimetrische Bombe / Respiratorischer Quotient) **Diagramme** zum Sauerstoffbindungsvermögen in Abhängigkeit verschiedener Faktoren (Temperatur, pH-Wert) und Bohr-Effekt **Arbeitsblatt** mit Informationstext	Der Zusammenhang zwischen respiratorischem Quotienten und Ernährung wird erarbeitet. Der quantitative Zusammenhang zwischen Sauerstoffbindung und Partialdruck wird an einer sigmoiden Bindungskurve ermittelt. Der Weg des Sauerstoffs in die Muskelzelle über den Blutkreislauf

• Hämoglobin/ Myoglobin • Bohr-Effekt		zur Erarbeitung des Prinzips der Oberflächenvergrößerung durch Kapillarisierung	wird wiederholt und erweitert unter Berücksichtigung von Hämoglobin und Myoglobin.
Wie entsteht und wie gelangt die benötigte Energie zu unterschiedlichen Einsatzorten in der Zelle? *Systemebene: Molekül* • NAD^+ und ATP	erläutern die Bedeutung von NAD^+ und ATP für aerobe und anaerobe Dissimilationsvorgänge (UF1, UF4).	**Arbeitsblatt** mit Modellen / Schemata zur Rolle des ATP	Die Funktion des ATP als Energie-Transporter wird verdeutlicht.
Wie entsteht ATP und wie wird der C6-Körper abgebaut? *Systemebenen: Zelle, Molekül* • Tracermethode • Glykolyse • Zitronensäurezyklus • Atmungskette	präsentieren eine Tracermethode bei der Dissimilation adressatengerecht (K3). erklären die Grundzüge der Dissimilation unter dem Aspekt der Energieumwandlung mithilfe einfacher Schemata (UF3). beschreiben und präsentieren die ATP-Synthese im Mitochondrium mithilfe vereinfachter Schemata (UF2, K3).	***Advance Organizer*** **Arbeitsblatt** mit histologischen Elektronenmikroskopie-Aufnahmen und Tabellen **Informationstexte** und **schematische Darstellungen** zu Experimenten von Peter Mitchell (chemiosmotische Theorie) zum Aufbau eines Protonengradienten in den Mitochondrien für die ATP-Synthase (vereinfacht)	Grundprinzipien von molekularen Tracern werden wiederholt. Experimente werden unter dem Aspekt der Energieumwandlung ausgewertet.
Wie funktional sind bestimmte Trainingsprogramme und Ernährungsweisen für bestimmte Trainingsziele? *Systemebenen: Organismus, Zelle, Molekül* • Ernährung und Fitness • Kapillarisierung • Mitochondrien	erläutern unterschiedliche Trainingsformen adressatengerecht und begründen sie mit Bezug auf die Trainingsziele (K4).	**Fallstudien** aus der Fachliteratur (Sportwissenschaften)	Hier können Trainingsprogramme und Ernährung unter Berücksichtigung von Trainingszielen (Aspekte z.B. Ausdauer, Kraftausdauer, Maximalkraft) und der Organ- und Zellebene (Mitochondrienanzahl, Myoglobinkonzentration, Kapillarisierung, erhöhte Glykogenspeicherung) betrachtet,

Systemebene: Molekül • Glycogenspeicherung • Myoglobin	erklären mithilfe einer graphischen Darstellung die zentrale Bedeutung des Zitronensäurezyklus im Zellstoffwechsel (E6, UF4).	**Arbeitsblatt** mit einem vereinfachten Schema des Zitronensäurezyklus und seiner Stellung im Zellstoffwechsel (Zusammenwirken von Kohlenhydrat, Fett und Proteinstoffwechsel)	diskutiert und beurteilt werden. Verschiedene Situationen können „durchgespielt“ (z.B. die Folgen einer Fett-, Vitamin- oder Zuckerunterversorgung) werden.
Wie wirken sich leistungssteigernde Substanzen auf den Körper aus? *Systemebenen: Organismus, Zelle, Molekül* • Formen des Dopings – Anabolika – EPO – …	nehmen begründet Stellung zur Verwendung leistungssteigernder Substanzen aus gesundheitlicher und ethischer Sicht (B1, B2, B3).	**Anonyme Kartenabfrage** zu Doping **Informationstext** zu Werten, Normen, Fakten **Informationstext** zum ethischen Reflektieren (nach Martens 2003) **Exemplarische Aussagen** von Personen **Informationstext** zu EPO Historische Fallbeispiele zum Einsatz von EPO (Blutdoping) im Spitzensport **Weitere Fallbeispiele** zum Einsatz anaboler Steroide in Spitzensport und Viehzucht	Juristische und ethische Aspekte werden auf die ihnen zugrunde liegenden Kriterien reflektiert. Verschiedene Perspektiven und deren Handlungsoptionen werden erarbeitet, deren Folgen abgeschätzt und bewertet. Bewertungsverfahren und Begriffe werden geübt und gefestigt.
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe <u>Leistungsbewertung:</u> • *Evtl. multiple choice* -Tests • ggf. Klausur.			

Leistungskurs – Q 2:

Hinweis: Thema, Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte und Kompetenzen hat die Fachkonferenz der Beispielschule verbindlich vereinbart. In allen anderen Bereichen sind Abweichungen von den vorgeschlagenen Vorgehensweisen bei der Konkretisierung der Unterrichtsvorhaben möglich. Darüber hinaus enthält dieser schulinterne Lehrplan in den Kapiteln 2.2 bis 2.4 übergreifende sowie z.T. auch jahrgangsbezogene Absprachen zur fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit, zur Leistungsbewertung und zur Leistungsrückmeldung. Je nach internem Steuerungsbedarf können solche Absprachen auch vorhabenbezogen vorgenommen werden.

Inhaltsfeld: IF 6 (Evolution)

- **Unterrichtsvorhaben I**: Evolution in Aktion – *Welche Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel?*
- **Unterrichtsvorhaben II:** Von der Gruppen- zur Multilevel-Selektion – *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 evolutiver 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: ca. 50 Std. à 45 Minuten

2.1.2 Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung

Unterrichtsvorhaben I: Thema/ Kontext: Evolution in Aktion - *Welche Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel?*			
Inhaltsfeld: Evolution			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Grundlagen evolutiver Veränderung • Art und Artbildung • Entwicklung der Evolutionstheorie **Zeitaufwand:** 16 Std. à 45 Minuten.		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **UF1** biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern. • **UF3** biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen. • **E7** naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen. • **K4** sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen. Statt der hier in Übereinstimmung mit dem Beispiel für einen schulinternen Lehrplan im Netz aufgeführten übergeordneten Kompetenzen können auch die folgenden übergeordneten Kompetenzen schwerpunktmäßig angesteuert werden: **UF2, UF4, E6**	
Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Welche genetischen Grundlagen beeinflussen den evolutiven Wandel? • Genetische Grundlagen des evolutiven Wandels • Grundlagen biologischer	<u>erläutern das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen (UF1, UF4).</u> <u>erläutern den Einfluss der Evo-</u>	Bausteine für ***advance organizer*** **Materialien** zur genetischen Variabilität und ihren Ursachen. Beispiele: Hainschnirkelschnecke, Zahnkärpfling	*Advance organizer* wird aus vorgegebenen Bausteinen zusammengesetzt. An vorgegebenen Materialien zur genetischen Variabilität wird arbeitsteilig und binnendifferenziert gearbeitet.

Angepasstheit • Populationen und ihre genetische Struktur	lutionsfaktoren (Mutation, Rekombination, Selektion, Gendrift) auf den Genpool einer Population (UF4, UF1). bestimmen und modellieren mithilfe des Hardy-Weinberg-Gesetzes die Allelfrequenzen in Populationen und geben Bedingungen für die Gültigkeit des Gesetzes an (E6).	***concept map*** **Lerntempoduett** zu abiotischen und biotischen Selektionsfaktoren (Beispiel: Birkenspanner, Kerguelen-Fliege) Gruppengleiches **Spiel** zur Selektion **kriteriengeleiteter Fragebogen** **Computerprogramm** zur Simulation des Hardy-Weinberg-Gesetzes	Auswertung als *concept map* Ein Expertengespräch wird entwickelt. Durchführung, Auswertung und Reflexion Das Spiel wird evaluiert. Das Hardy-Weinberg-Gesetz und seine Gültigkeit werden erarbeitet.
Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen? • Isolationsmechanismen • Artbildung	erklären Modellvorstellungen zu Artbildungsprozessen (u.a. allopatrische und sympatrische Artbildung) an Beispielen (E6, UF1).	Kurze **Informationstexte** zu Isolationsmechanismen **Karten** mit Fachbegriffen **Informationen** zu Modellen und zur Modellentwicklung **Messdaten** (DNA-Sequenzen, Verhaltensbeobachtungen, etc.) und **Simulationsexperimente** zu Hybridzonen bei Hausmäusen/ Rheinfischen	Je ein zoologisches und ein botanisches Beispiel pro Isolationsmechanismus werden bearbeitet. Eine tabellarische Übersicht wird erstellt und eine Definition zur allopatrischen Artbildung wird entwickelt. Modellentwicklung zur allopatrischen und sympatrischen Artbildung: Die Unterschiede werden erarbeitet und Modelle entwickelt. **Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:** **Erarbeitung / Entwicklung von Modellen mit anschließender Diskussion zu unterschiedlichen Darstellungsweisen**
Welche Ursachen führen zur großen Artenvielfalt? • Adaptive Radiation	stellen den Vorgang der adaptiven Radiation unter dem Aspekt der Angepasstheit dar (UF2, UF4).	**Bilder und Texte** zum Thema „Adaptive Radiation der Darwinfinken“ **Plakate** zur Erstellung eines Fach-	Ein Konzept zur Entstehung der adaptiven Radiation wird entwickelt. Die Ergebnis-Zusammenstellung auf

	beschreiben Biodiversität auf verschiedenen Systemebenen (genetische Variabilität, Artenvielfalt, Vielfalt der Ökosysteme) (UF4, UF1, UF2, UF3).	posters **Evaluation**	den Plakaten wird präsentiert. Ein Fragenkatalog zur Selbst- und Fremdkontrolle wird selbstständig erstellt. **Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:** **Selbstständiges Erstellen eines Evaluationsbogens**
Welche Ursachen führen zur Coevolution und welche Vorteile ergeben sich? • Coevolution	<u>wählen angemessene Medien zur Darstellung von Beispielen zur Coevolution aus und präsentieren die Beispiele (K3, UF2).</u> beschreiben Biodiversität auf verschiedenen Systemebenen (genetische Variabilität, Artenvielfalt, Vielfalt der Ökosysteme) (UF4, UF1, UF2, UF3).	**Realobjekt**: Ameisenpflanze **Texte und Schemata** zur Kosten-Nutzen-Analyse **mediengestützte Präsentationen** **Kriterienkatalog** zur Beurteilung von Präsentationen	Eine Kosten-Nutzen-Analyse wird erstellt. Verschiedene Beispiele der Coevolution werden anhand einer selbst gewählten medialen Darstellung präsentiert. Mittels eines inhalts- und darstellungsbezogenen Kriterienkatalogs wird die Präsentation beurteilt.

Welchen Vorteil haben Lebewesen, wenn ihr Aussehen dem anderer Arten gleicht? • Selektion • Anpassung	belegen an Beispielen den aktuellen evolutionären Wandel von Organismen [(u.a mithilfe von Daten aus Gendatenbanken)] (E2, E5).	**Lerntheke** zum Thema „Schutz vor Beutegreifern“ **Filmanalyse:** Dokumentation über Angepasstheiten im Tierreich	Anhand unterschiedlicher Beispiele wird der Schutz vor Beutegreifern (Mimikry, Mimese, etc.) unter dem Aspekt des evolutiven Wandels von Organismen erarbeitet. Die erlernten Begriffe werden den im Film aufgeführten Beispielen zugeordnet.
Wie entwickelte sich die Synthetische Evolutionstheorie und ist sie heute noch zu halten? • Synthetische Evolutionstheorie in der historischen Diskussion	stellen Erklärungsmodelle für die Evolution in ihrer historischen Entwicklung und die damit verbundenen Veränderungen des Weltbilds dar (E7). stellen die Synthetische Evolutionstheorie zusammenfassend dar (UF3, UF4). grenzen die Synthetische Theorie der Evolution gegenüber nicht naturwissenschaftlichen Positionen zur Entstehung von Artenvielfalt ab und nehmen zu diesen begründet Stellung (B2, K4).	**Text (wissenschaftliche Quelle**) **Strukturlegetechnik** zur Synthetischen Evolutionstheorie **Materialien** zu neuesten Forschungsergebnissen der Epigenetik (MAXs – Materialien) **Kriterienkatalog** zur Durchführung einer Podiumsdiskussion	Die Faktoren, die zur Entwicklung der Evolutionstheorie führten, werden mithilfe eines wissenschaftlichen Textes kritisch analysiert. Eine vollständige Definition der Synthetischen Evolutionstheorie wird entwickelt. Diskussion über das Thema: Neueste Erkenntnisse der epigenetischen Forschung – Ist die Synthetische Evolutionstheorie noch haltbar? Die Diskussion wird anhand der Kriterien analysiert. **Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:** **Vermittlung der Kriterien zur Durchführung einer Podiumsdiskussion**

Diagnose von Schülerkompetenzen:

- **KLP-Überprüfungsform: „Darstellungsaufgabe“** (*advance organizer concept map*), selbstständiges Erstellen eines Evaluationsbogens, **KLP-Überprüfungsform: „Beobachtungssaufgabe“** (Podiumsdiskussion)

Leistungsbewertung:

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

Unterrichtsvorhaben II: Thema/ Kontext: Verhalten – Von der Gruppen- zur Multilevel-Selektion - *Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?*			
Inhaltsfeld: Evolution			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Evolution und Verhalten **Zeitaufwand:** ca. 14 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **UF2** zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden. • **E7** naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen. • **K4** sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen. Statt der hier in Übereinstimmung mit dem Beispiel für einen schulinternen Lehrplan im Netz aufgeführten übergeordneten Kompetenzen können auch die folgenden übergeordneten Kompetenzen schwerpunktmäßig angesteuert werden: **UF4, K4**	
Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**

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“ **Ampelabfrage**	Verschiedene Kooperationsformen werden anhand von wissenschaftlichen Untersuchungsergebnissen analysiert. Die Ergebnisse werden gesichert.
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).	**Zoobesuch** **Beobachtungsaufgaben** zur evolutionären Entwicklung und Verhalten im Zoo **Präsentationen**	Graphiken / Soziogramme werden aus den gewonnenen Daten und mit Hilfe der Fachliteratur erstellt. Die Ergebnisse und Beurteilungen werden vorgestellt. **Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:** **Erarbeiten/Anwenden von Kriterien zur sinnvollen Literaturrecherche**
Diagnose von Schülerkompetenzen: • Evaluationsbogen, Erstellen eines Fragenkatalogs zur Fremd- und Selbstkontrolle, Ampelabfrage, Leistungsbewertung: **KLP-Überprüfungsform: „Präsentationsaufgabe“**, schriftliche Überprüfung (mit Überprüfung durch Mitschülerinnen und Mitschüler)			

Unterrichtsvorhaben III: Thema/ Kontext: Spuren der Evolution – *Wie kann man Evolution sichtbar machen?*			
Inhaltsfeld: Evolution			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Evolutionsbelege **Zeitaufwand:** 6 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können … • **E2** Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern. • **E3** mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten. Statt der hier in Übereinstimmung mit dem Beispiel für einen schulinternen Lehrplan im Netz aufgeführten übergeordneten Kompetenzen können auch die folgenden übergeordneten Kompetenzen schwerpunktmäßig angesteuert werden: **UF1, K3, E5**	
Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Wie lassen sich Rückschlüsse auf Verwandtschaft ziehen? • Verwandtschaftsbeziehungen • Divergente und konvergente Entwicklung • Stellenäquivalenz	<u>erstellen und analysieren Stammbäume anhand von Daten zur Ermittlung der Verwandtschaftsbeziehungen von Arten (E3, E5).</u> <u>deuten Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Merkmalen von Organismen zum Beleg konvergenter und divergenter Entwicklungen (E5).</u> <u>stellen Belege für die Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie [(u.a. Mole-</u>	**Ergebnisse des Zoobesuchs** als Basis zur Erstellung von Stammbäumen **Zeichnungen** und **Bilder** zur konvergenten und divergenten Entwicklung **Lerntempoterzett:** Texte, Tabellen und Diagramme	Die Ergebnisse des Zoobesuchs werden ausgewertet. Die Homologiekriterien werden anhand ausgewählter Beispiele erarbeitet und formuliert (u.a. auch Entwicklung von Progressions- und Regressionsreihen). Der Unterschied zur konvergenten Entwicklung wird diskutiert. Beispiele in Bezug auf homologe oder konvergente Entwicklung werden analysiert (Strauß /Nandu, Stachelschwein/ Greifstachler, südamerikanischer /afrikanischer Lungenfisch).

	kularbiologie)] adressatengerecht dar (K1, K3).		
Wie lässt sich evolutiver Wandel auf genetischer Ebene belegen? • Molekularbiologische Evolutionsmechanismen • Epigenetik	stellen Belege für die Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie (u.a. Molekularbiologie) adressatengerecht dar (K1, K3). beschreiben und erläutern molekulare Verfahren zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen (UF1, UF2). analysieren molekulargenetische Daten und deuten sie mit Daten aus klassischen Datierungsmethoden im Hinblick auf Verbreitung von Allelen und Verwandtschaftsbeziehungen von Lebewesen (E5, E6). belegen an Beispielen den aktuellen evolutionären Wandel von Organismen (u.a. mithilfe von Daten aus Gendatenbanken) (E2, E5).	**molekulargenetische Untersuchungsergebnisse** am Bsp. der Hypophysenhinterlappenhormone **Strukturierte Kontroverse** (WELL) **Materialien** zu Atavismen, Rudimenten und zur biogenetischen Grundregel (u.a. auch Homöobox-Gene)	Unterschiedliche molekulargenetische Methoden werden erarbeitet und mit Stammbäumen, welche auf klassischen Datierungsmethoden beruhen, verglichen. Neue Möglichkeiten der Evolutionsforschung werden beurteilt: Sammeln von Pro- und Contra-Argumenten Anhand der Materialien werden Hypothesen zur konvergenten und divergenten Entwicklung entwickelt. **Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:** **Durchführung der „Strukturierten Kontroverse“**
Wie lässt sich die Abstammung von Lebewesen systematisch darstellen? • Grundlagen der Systematik	beschreiben die Einordnung von Lebewesen mithilfe der Systematik und der binären Nomenklatur (UF1, UF4). entwickeln und erläutern Hypothesen zu phylogeneti-	**Informationstexte und Abbildungen** **Materialien** zu Wirbeltierstammbäumen	Die Klassifikation von Lebewesen wird eingeführt. Ein Glossar wird erstellt. Verschiedene Stammbaumanalysemethoden werden verglichen.

	schen Stammbäumen auf der Basis von Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Homologien (E3, E5, K1, K4).		

Diagnose von Schülerkompetenzen:
Selbstevaluation mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe, **KLP-Überprüfungsform: „Beobachtungssaufgabe“** („Strukturierte Kontroverse“
Leistungsbewertung:
Klausur, **KLP-Überprüfungsform: „Optimierungsaufgabe“**

Unterrichtsvorhaben IV:

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

Inhaltsfeld: Evolution

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Evolution des Menschen

Zeitaufwand: 14 Std. à 45 Minuten

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können …

- **UF3** biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen.
- **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.
- **K4** sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.

Statt der hier in Übereinstimmung mit dem Beispiel für einen schulinternen Lehrplan im Netz aufgeführten übergeordneten Kompetenzen können auch die folgenden übergeordneten Kompetenzen schwerpunktmäßig angesteuert werden: **UF3, E7, K4**

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

			der Fachkonferenz
Mensch und Affe – wie nahe verwandt sind sie? • Primatenevolution	ordnen den modernen Menschen kriteriengeleitet Primaten zu (UF3).	**Quellen aus Fachzeitschriften** ***„Hot Potatoes“* -Quiz** **Kriterienkatalog** zur Bewertung von wissenschaftlichen Quellen/Untersuchungen	Vorträge werden entwickelt und vor der Lerngruppe gehalten. Der Lernzuwachs wird mittels Quiz kontrolliert. **Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:** **Bewerten der Zuverlässigkeit von wissenschaftlichen Quellen/ Untersuchungen**
Wie erfolgte die Evolution des Menschen? • Hominidenevolution	diskutieren wissenschaftliche Befunde (u.a. Schlüsselmerkmale) und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch-konstruktiv (K4, E7).	**Moderiertes Netzwerk** bzgl. biologischer und kultureller Evolution (Bilder, Graphiken, Texte über unterschiedliche Hominiden)	Die Unterschiede und Gemeinsamkeiten früherer Hominiden und Sonderfälle (Flores, Dmanisi) werden erarbeitet. Die Hominidenevolution wird anhand von Weltkarten, Stammbäumen, etc. zusammengefasst.
Wieviel Neandertaler steckt in uns? • Homo sapiens sapiens und Neandertaler	diskutieren wissenschaftliche Befunde und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch-konstruktiv (K4, E7).	**Materialien** zu molekularen Untersuchungsergebnissen (Neandertaler, Jetztmensch)	Wissenschaftliche Untersuchungen werden kritisch analysiert.
Wie kam es zur Geschlechtsspezifität? • Evolution des Y-Chromosoms	stellen Belege für die Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie (u.a. Molekularbiologie) adressatengerecht dar. (K1, K3). erklären mithilfe molekulargenetischer Modellvorstellungen zur Evolution der Genome die genetische Vielfalt der Lebewesen. (K4, E6).	**Unterrichtsvortrag** oder **Informationstext** über testikuläre Feminisierung **Materialien** zur Evolution des Y-Chromosoms **Arbeitsblatt**	Die Materialien werden ausgewertet. Die Ergebnisse werden diskutiert.

	diskutieren wissenschaftliche Befunde und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch-konstruktiv (K4, E7).		
Wie lässt sich Rassismus biologisch widerlegen? • Menschliche Rassen gestern und heute	bewerten die Problematik des Rasse-Begriffs beim Menschen aus historischer und gesellschaftlicher Sicht und nehmen zum Missbrauch dieses Begriffs aus fachlicher Perspektive Stellung (B1, B3, K4).	**Texte** über historischen und gesellschaftlichen Missbrauch des Rasse-Begriffs **Podiumsdiskussion** **Kriterienkatalog** zur Auswertung von Podiumsdiskussionen	Argumente werden mittels Belegen aus der Literatur erarbeitet und diskutiert. Die Podiumsdiskussion wird anhand des Kriterienkatalogs reflektiert.
Diagnose von Schülerkompetenzen: • „*Hot Potatoes*“-Quiz zur Selbstkontrolle, **KLP-Überprüfungsform: „Präsentationsaufgabe“ (**Podiumsdiskussion) Leistungsbewertung: • **KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“** (angekündigte schriftliche Überprüfung)			

Leistungskurs – Q 2:

Hinweis: Thema, Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte und Kompetenzen hat die Fachkonferenz der Beispielschule verbindlich vereinbart. In allen anderen Bereichen sind Abweichungen von den vorgeschlagenen Vorgehensweisen bei der Konkretisierung der Unterrichtsvorhaben möglich. Darüber hinaus enthält dieser schulinterne Lehrplan in den Kapiteln 2.2 bis 2.4 übergreifende sowie z.T. auch jahrgangsbezogene Absprachen zur fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit, zur Leistungsbewertung und zur Leistungsrückmeldung. Je nach internem Steuerungsbedarf können solche Absprachen auch vorhabenbezogen vorgenommen werden.

Inhaltsfeld 4: Neurobiologie

- **Unterrichtsvorhaben V**: Molekulare und zellbiologische Grundlagen der neuronalen Informationsverarbeitung – *Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie funktioniert es?*

- **Unterrichtsvorhaben VI:** Fototransduktion – *Wie entsteht aus der Erregung durch einfallende Lichtreize ein Sinneseindruck im Gehirn?*

- **Unterrichtsvorhaben VII:** 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, Netzhaut, Fototransduktion, Farbwahrnehmung, Kontrastwahrnehmung

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

Entwicklung
Neuronale Plastizität

Zeitbedarf: ca. 50 (75) Std. à 45 Minuten

2.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben für die Qualifikationsphase 2

Unterrichtsvorhaben V

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

Inhaltsfeld 4: Neurobiologie

Inhaltliche Schwerpunkte:

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

Zeitbedarf: ca. 20 (35 Std.) à 45 Minuten

Grau unterlegte Passagen zeigen ein Additum von Unterrichtsgegenständen, Materialien und Methoden für Schulen auf, die dem Inhaltsfeld Neurobiologie mehr Stunden zuordnen möchten, wenn sie im Vergleich zum Beispielcurriculum im Internet an ihrer Schule bezogen auf die Inhaltsfelder andere Schwerpunkte setzen.

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können…

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

Im Vergleich zum veröffentlichten schulinternen Beispiellehrplan (siehe Lehrplannavigator) wird **UF3** neu als Schwerpunkt aufgenommen, wohingegen **E1** nicht schwerpunktmäßig behandelt wird.

Mögliche *didaktische Leitfragen/* Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Neuronale Regulation - *Wie reagiert der Körper auf verschiedene Reize?* • zentrales Nervensystem, peripheres Nervensystem (vegetatives NS und somatisches NS) • vegetatives NS – Sympathikus und Parasympathikus • Reflexe – Eigen- und Fremdreflexe • Willkürliche und unwillkürliche Bewegungen	erklären die Rolle von Sympathikus und Parasympathikus bei der neuronalen und hormonellen Regelung von physiologischen Funktionen an Beispielen (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 **Versuch** in Gruppenarbeit: Messung der Leitungsgeschwindigkeit der Erregung beim Patella-Reflex (Muskeldehnungsreflex) in: **Unterricht Biologie 228 (1997)** oder qualitative Untersuchung: http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialeintrag.php?matId=5375&marker=quadrizeps **Vergleichsdaten** zum Quadrizepsdehnungsreflex: Universität Tübingen, tierphysiologischer Kurs SS05 – Versuch D – Psychophysik, Reflexe und Sensomotorik, S. 9:	Hinweis: Eine vertiefende Betrachtung der physiologischen und hormonellen Auswirkungen im Zusammenhang mit Stress erfolgt in Unterrichtsvorhaben VII. Die SuS führen wissenschaftliche Arbeitsweisen der Neurobiologie durch und erstellen ggf. ein sinnvolles Diagramm. SuS lernen den Unterschied zwischen Reflex- und willentlichen Bewegungszeiten kennen und können diese mit Daten von Studierenden vergleichen (z. B. Universität Tübingen).

Mögliche *didaktische Leitfragen*/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
• Reiz-Reaktionsschema		http://www.thomas-hol-der.de/studium/tierphys/psycho.pdf (letzter Zugriff: 12.05.2016) **Linealexperiment** in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern **Legekarten** zur Erstellung eines Reiz-Reaktions-Schemas: http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialein-trag.php?matId=5365&marker=Reiz	SuS ermitteln den funktionellen Zusammenhang zwischen Afferenz und Efferenz. Anknüpfung an Sekundarstufe I-Kenntnisse

Mögliche *didaktische Leitfragen*/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Das Neuron - *Wie wird ein Reiz im Neuron verarbeitet?* • Aufbau und Funktion eines Neurons	beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1).	**Arbeitsmaterial** zum Bau eines Wirbeltierneurons: http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialein-trag.php?matId=5371&marker=neuron	SuS knüpfen an Vorwissen aus der Sekundarstufe I an und erweitern und vertiefen ihre Kenntnisse zum Aufbau und der Funktion eines Neurons.
• Bioelektrizität • Ruhepotential		**Schaumodell und Legekarten** zur Simulation des elektrischen und chemischen Potentials zur Einführung des Ruhepotentials	SuS lernen durch den Einsatz eines beweglichen Modells die Grundlagen der Bioelektrizität in Abhängigkeit von der Ionenbeweglichkeit und dem Konzentrationsgradienten kennen.
• Aktionspotential		**Arbeitsblatt** zu den Vorgängen am Axon während eines Aktionspotentials	
• Patch Clamp-Technik	leiten aus Messdaten der Patch-Clamp-Technik Veränderungen von Ionenströmen durch Ionenkanäle ab und entwickeln dazu Modellvorstellungen (E5, E6, K4).	**Informationstext** zu den Einzelkanalexperimenten (Gigaseal) von NEHER und SAKMAN	SuS stellen die Einzelkanalexperimente als Referat nach vorgegebener Literatur z. B. in Form einer Powerpoint-Präsentation vor.
• Leitungsgeschwindigkeiten • Saltatorische und kontinuierliche Erregungsleitung	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).	**Arbeitsblätter** zum Experiment von VON HELMHOLTZ zur Bestimmung der Leitungsgeschwindigkeit im Axon **Arbeitsblätter** zu elektrophysiologischen Untersuchungen von HODGKIN und HUXLEY an Riesenaxonen des *Loligo*	SuS lernen die Abhängigkeit der Leitungsgeschwindigkeit vom Durchmesser der Neuronen kennen und unterscheiden die kontinuierliche von der saltatorischen Erregungsleitung.

Mögliche *didaktische Leitfragen*/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
		Modelldarstellung zur saltatorischen Erregungsleitung nach Prof. Frings: http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/list.php?suche=bioelektrizit%E4t **Selbstlernplattform** von Mallig : http://www.mallig.eduvinet.de/bio/neuron/neuro40.htm (letzter Zugriff: 19.05.2016)	Das Material von Prof. Frings ist hervorragend zur Simulation der Erregungsleitung geeignet und bietet die Möglichkeit zur Modellkritik in Bezug auf die Lokalisation des Aktionspotentials.
Die Synapse – *Wie wird das Signal von Neuron zu Neuron und vom Neuron auf den Muskel übertragen?* • Aufbau und Funktion einer chemischen Synapse • Verschaltung von Neuronen • 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** zu den verschiedenen Potentialarten: http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialeintrag.php?matId=5372&marker=Potentialarten	SuS gewinnen einen ersten Eindruck von der Verschaltung von Neuronen und von der strukturellen und funktionalen Plastizität neuronaler Strukturen. SuS lernen die Unterschiede zwischen zeitlicher und räumlicher Summation kennen. SuS differenzieren zwischen Aktionspotential, erregendem postsynaptischen Potential und Endplattenpotential.

Mögliche *didaktische Leitfragen*/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
• Verrechnung von Potentialen (EPSP und IPSP)		**Arbeitsblatt** mit Übungsaufgaben zur neuronalen Verrechnung unter Berücksichtigung von EPSP und IPSP **Modellexperiment** mit Glühbirne zur neuronalen Verrechnung	SuS ordnen Ableitungen zu den verschiedenen Stellen im Perikaryon und Axon zu und bilden Hypothesen zu den Spannungsverläufen an ausgewählten Stellen des Neurons. SuS übertragen gelerntes Wissen auf die Modellebene und üben Modellkritik.
• endo- und exogene Stoffe	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).	**Informationstexte** und **Messdaten** zu erregenden und hemmenden Neurotransmittern und zu Eigenschaften von Neurotransmittern **Informationsblatt** zur Methode des Lerntempoduetts **Lerntempoduett** (oder **Lerntempoquartett)** zu den Angriffspunkten verschiedener Drogen und Gifte	SuS ermitteln die Eigenschaften der Neurotransmitter und präsentieren diese. SuS bearbeiten Texte zu einem [zwei] hemmenden und einem [zwei] erregenden Gift[en] unter Berücksichtigung von Dosis-Wirkungsbeziehungen (Antidot-Wirkungen). SuS arbeiten bei dieser Methode mit ihren individuellen Lerntempi. Die Methode ist besonders geeignet für in Länge und Schwierigkeitsgrad gleiche Texte.

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- **Modellkritik** zur Fehleranalyse

Leistungsbewertung:

- ggf. angekündigte **schriftliche Übungen**
- Bewertung von **Modellen - Modellkritik**
- ggf. **Klausur**
- ggf. **Facharbeit**

Unterrichtsvorhaben VI **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) **Zeitbedarf**: ca. 10 Std. (15 Std.) à 45 Minuten	**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. Im Vergleich zum veröffentlichten schulinternen Beispiellehrplan (siehe Lehrplannavigator) wird **E1** neu als Schwerpunkt aufgenommen.

Mögliche *didaktische Leitfragen/* Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methode**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Das Auge - *Wie werden optische Reize in elektrische Potentiale übersetzt?* • Aufbau und Funktion des Auges • Fotorezeption	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). erläutern den Aufbau und die Funktion der Netzhaut unter den Aspekten der Farb- und Kontrastwahrnehmung (UF3, UF4).	**Informationstext** zum Aufbau eines Säugetierauges und zur Funktion der Bestandteile **Sezieren** eines Schweineauges in Einzelarbeit mit Hilfe einer **Anleitung** und einem **Arbeitskatalog:** http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/list.php?suche=schweineauge **Bau** eines Perimeter[s] aus Pappe http://www.staff.uni-mainz.de/freesec/Download/Tierphysiologie/Versuch%2004%20Perimetrie.pdf (letzter Zugriff: 19.05.2016) **Experiment** zur Perimetrie mit farbigen Stiften (rot, grün und blau) **YouTube:** Stichworte • Additive Farbmischung Experiment • Additive und subtraktive Farbmischung • Weißes Licht	SuS erarbeiten anhand der Perimeterexperimente die Verteilung der Zapfen und Stäbchen auf der Netzhaut. Zum Thema Farbensehen (z. B. Netzhaut, Zapfentypen etc.) können Referate gehalten werden.

Mögliche *didaktische Leitfragen*/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methode**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
• Laterale Inhibition • Fototransduktion • *second messenger* • Reaktionskaskade	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).	**Arbeitsblatt** zum Aufbau der Netzhaut **Informationsmaterial** zu den Zapfentypen und der additiven Farbmischung **Informationsmaterial** zur Verschaltung und Verrechnung am Beispiel des HERMANNSCHEN Gitters **Arbeitsblätter** zur lateralen Inhibition **Arbeitsblatt** zur Fototransduktion **Informationsblatt** zur Erstellung eines Storyboards für die Fototransduktion unter besonderer Berücksichtigung der Bedeutung von *second messenger*-Systemen **Modell** für den Stop-Motion-Film **App** zur Erstellung eines Stop-Motion-Films, z. B. “PicPac“ https://play.google.com/store/apps/details?id=tv.picpac&hl=de (letzter Zugriff: 19.05.2016)	SuS beschreiben die Wirkung des HERMANNSCHEN Gitters und erklären dieses Phänomen unter Berücksichtigung der Verrechnung von Signalen über Rezeptortypen. 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 Zellmem bran hinweg mittels *second messenger* (Signaltransduktion). Ggf. können auch Augenoperationen zu Themen wie Grauer oder Grüner Star, Makuladegeneration oder Hornhautveränderungen in Form von Referaten oder als Facharbeit berücksichtigt werden.

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- **Sezieren** mit anschließender Fehleranalyse
- **Stop-Motion-Film** zur Fehleranalyse
- **Referate nach vorgegebenen Kriterien**

Leistungsbewertung:

- **schriftliche Übungen**
- **Storyboard** nach vorgegebenen Kriterien
- **Stop-Motion-Film** nach vorgegebenen Kriterien
- **Referate,** mögliche Checkliste zur Beurteilung:
  http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialeintrag.php?matId=5003&marker=Referate

- ggf. **Klausur**
- ggf. **Facharbeit**

Unterrichtsvorhaben VII **Thema/Kontext:** Aspekte der Hirnforschung – *Welche Faktoren beeinflussen unser Gehirn?*	
Inhaltsfeld 4: Neurobiologie	
Inhaltliche Schwerpunkte: • Plastizität und Lernen • Methoden der Neurobiologie (Teil 2) **Zeitbedarf**: ca. 20 Std. (25 Std.) à 45 Minuten Im Vergleich zum veröffentlichten schulinternen Beispiellehrplan (siehe Lehrplannavigator) werden **B1, B2** und **B3** zusätzlich als Schwerpunkte aufgenommen.	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können… • **UF4** Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen. • **K2** zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen. • **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren. • **B1** fachliche, wirtschaftlich-politische und moralische Kriterien bei Bewertungen von biologischen und biotechnischen Sachverhalten unterscheiden und angeben. • **B2** Auseinandersetzungen und Kontroversen zu biologischen und biotechnischen Problemen und Entwicklungen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Entscheidungen auf der Basis von Sachargumenten vertreten. • **B3** an Beispielen von Konfliktsituationen mit biologischem Hintergrund kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten. • **B4** begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.

Mögliche *didaktische Leitfragen/* Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Das Gehirn – *Wie erfolgt die Informationsverarbeitung und - speicherung?* • Bau des Gehirns • Hirnfunktionen		**Modell** des Gehirns **Informationsmaterial** zum Aufbau des Gehirns (funktionelle Anatomie) **Expertenquartett** zum Aufbau des Gehirns mit anschließender Präsentation https://www.planet-schu-le.de/%20wissenspool/dein_gehirn/inhalt.html (letzter Zugriff: 19.05.2016) **Kartenabfrage** zum Bau des Gehirns **Partnerpuzzle** zu verschiedenen Neuroimaging Methoden, u .a. PET und fMRT	
• Methoden der Neurobiologie (PET, fMRT)	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).	**Informationsmaterialien** zu Modellvorstellungen zum Gedächtnis z. B auf der Grundlage des **Skripts** „Lernen und Gedächtnis“	Das Skript bietet einen Überblick zu

Mögliche *didaktische Leitfragen*/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
• Lernen und Gedächtnis	stellen aktuelle Modellvorstellungen zum Gedächtnis auf anatomisch-physiologischer Ebene dar (K3, B1).	(M. BRAND / H. J. MARKOWITSCH) http://www3.hhu.de/biodidaktik/gehirn/doc/markowits.pdf (letzter Zugriff: 16.06.16) **YouTube**, Stichworte: Markowitsch Gedächtnis **Websites:** http://www3.hhu.de/biodidaktik/gehirn/html/start.htm	folgenden Aspekten: • zeitliche Einteilung des Gedächtnisses • inhaltliche Einteilung • Einteilung nach beteiligten Prozessen • zelluläre Grundlagen und deren Beeinflussung • Anwendung der Erkenntnisse im Schulalltag
• Neuronale Plastizität	erklären den Begriff der Plastizität anhand geeigneter Modelle und leiten die Bedeutung für ein lebenslanges Lernen ab (E6, UF4).	http://www.gehirnlernen.de/gehirn/plastizit%C3%A4t/ (letzter Zugriff: 12.09.2016) **Tests** zum Lernen und zum Gedächtnis http://braintest.sommer-sommer.com/de/ http://neuronation.spiegel.de/web/testbrain (letzter Zugriff: 19.05.2016) **Arbeitsmaterial** zum Cortisol-Stoffwechsel (CRH, ACTH, Cortisol) zur Veränderung des Lernens und der Plastizität durch Stress	- Module zum Thema „Lernen aus der Sicht der Neurobiologie“ - ausdruckbare PDF-Dateien - Hinweise auf Fachbücher - wissenschaftliche Informationen zur Plastizität des Gehirns SuS können ihre Gedächtnisleistung selbstständig überprüfen und trainieren.

Mögliche *didaktische Leitfragen/* Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Stressreaktion – *Auf welche Weise interagieren Nerven- und Hormonsystem?* • Einfluss von Stress Teufelswerk oder Heilmittel? *Welche Chancen und Risiken birgt der Einsatz von Neuroenhancern?* • Neuroenhancer	erklären die Rolle von Sympathikus und Parasympathikus bei der neuronalen und hormonellen Regelung von physiologischen Funktionen an Beispielen (UF4, E6, UF2, UF1). recherchieren und präsentieren aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu einer degenerativen Erkrankung (K2, K3). 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).	(z. B. Spektrum der Wissenschaft-Gehirn & Geist Dossier, 01/ 2016) **Internetrecherche** in arbeitsteiliger Gruppenarbeit nach vorgegebenen Kriterien zum Thema „degenerative Erkrankungen“, z. B. Morbus Alzheimer, Morbus Parkinson, Creutzfeld-Jakob-Krankheit **Informationsmaterial** zum Neuro-Enhancement **YouTube,** Stichworte: • Neuro-Enhancement smartshow • Kognitive und emotionale Optimierung **Partnerarbeit** und anschließende **Präsentation** zu Neuroenhancern als Medikamente gegen Morbus Alzheimer, Demenz, ADHS **Zeitungsartikel**, z. B. Gehirndoping - Stoff für´s Gehirn (FAZ 2008)	SuS fassen aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu verschiedenen degenerativen Erkrankungen zusammen und präsentieren diese Ergebnisse in einer Expertenrunde. SuS lernen die Wirkungsweise von Neuroenhancern kennen. Diese Kenntnisse ermöglichen es ihnen, eine eigene kritisch reflektierte Position zu beziehen. Ausgewählte Zeitungsartikel liefern

Mögliche *didaktische Leitfragen/* Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler…	Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
	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).	Gehirndoping wird auch in Deutschland immer beliebter (Ärztezeitung 2009) (letzter Zugriff: 19.05.2016) http://www.wissenschaft-schu-len.de/sixcms/media.php/1308/UE_Neuro-Enhancement_Ablauf.pdf **Arbeitsblätter dazu:** http://www.wissenschaft-schu-len.de/sixcms/media.php/1308/Neuro-Enhancer_AB-L%C3%B6sungen_gesamt.pdf (letzter Zugriff: 19.05.2016) **Pro-Contra Diskussion** zum Neuroenhancement **Anleitung** und **Bewertungsbogen** bei den WIS-Materialien (siehe oben Erstellung eines **Faltblatts** zum Neuroenhancement **Anleitung:** http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialein-	Informationen und die Basis dafür, dass eine fachlich fundierte Arbeit im Kompetenzbereich Bewertung möglich wird. Die Initiative „Wissenschaft in die Schulen!“ (WIS) bietet eine vollständige Unterrichtsreihe zum Neuroenhancement an.

Mögliche *didaktische Leitfragen/* Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenz-erwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler…	Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmer-kungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
		trag.php?matId=5377&marker=flyer	

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- **Methodendiskussion** zur Pro-/Contra-Diskussion nach vorgegebenen Kriterien und nach Bewertungsbogen
- **Kartenabfrage** zum Aufbau des Gehirns

Leistungsbewertung:

- **Pro-/Contra-Diskussion** nach vorgegebenen Kriterien
- **Präsentationen**
- **Referate,** mögliche Checkliste zur Beurteilung:
  http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialeintrag.php?matId=5003&marker=Referate

- ggf. **Faltblatt** nach vorgegebenen Kriterien
- ggf. **schriftliche Übungen**
- ggf. **Klausur**
- ggf. **Facharbeit**

Leistungskurs – Q 1:

Hinweis: Thema, Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte und Kompetenzen hat die Fachkonferenz der Beispielschule verbindlich vereinbart. In allen anderen Bereichen sind Abweichungen von den vorgeschlagenen Vorgehensweisen bei der Konkretisierung der Unterrichtsvorhaben möglich. Darüber hinaus enthält dieser schulinterne Lehrplan in den Kapiteln 2.2 bis 2.4 übergreifende sowie z.T. auch jahrgangsbezogene Absprachen zur fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit, zur Leistungsbewertung und zur Leistungsrückmeldung. Je nach internem Steuerungsbedarf können solche Absprachen auch vorhabenbezogen vorgenommen werden.

Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)

- **Unterrichtsvorhaben I**: Humangenetische Beratung – *Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf?*

- **Unterrichtsvorhaben II:** Erforschung der Proteinbiosynthese – *Wie steuern Gene die Ausprägung von Merkmale, welche regulatorischen Proteine und Prozesse kontrollieren die Genexpression und welche Konsequenzen haben Veränderungen der genetischen Strukturen für einen Organismus?*

- **Unterrichtsvorhaben III:** Gentechnologie heute – *Welche Chancen und welche Risiken bestehen?*

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Meiose und Rekombination
- Analyse von Familienstammbäumen
- Proteinbiosynthese
- Genregulation
- Gentechnologie
- Bioethik

Basiskonzepte:

System
Merkmal, Gen, Allel, Genwirkkette, DNA, Chromosom, Genom, Stammzelle, Rekombination, Synthetischer Organismus

Struktur und Funktion
Proteinbiosynthese, Genetischer Code, Genregulation, Transkriptionsfaktor, RNA-Interferenz, Mutation, Proto-Onkogen, Tumor-Suppressorgen, DNA-Chip

Entwicklung
Transgener Organismus, Synthetischer Organismus, Epigenese, Zelldifferenzierung, Meiose

Zeitbedarf: ca. 75 Std. à 45 Minuten

2.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben für die Qualifikationsphase 1

Leistungskurs

<table>
<tr><td colspan="2">Unterrichtsvorhaben I
Thema/Kontext: Humangenetische Beratung – Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf?</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltsfeld 3: Genetik</td></tr>
<tr><td>Inhaltliche Schwerpunkte:

• Meiose und Rekombination
• Analyse von Familienstammbäumen
• Bioethik

Zeitbedarf: ca. 25 Std. à 45 Minuten</td><td>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.

• E5 Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.

• K2 zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen.

• 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 Fragestellungen bewerten.</td></tr>
</table>

Mögliche didaktische Leitfragen/ **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte**	**Konkretisierte Kompetenz-erwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmer-kungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Einstieg über genetisch bedingte Krankheiten Reaktivierung des SI-Wissens Individualentwicklung von der Zygote bis zum Erwachsenen - Ontogenie		*Auf die im Folgenden genannten Internetquellen wurde letztmalig am 03.09.2015 zugegriffen.* **Poster** „menschlicher Entwicklungs-zyklus“ ***advance organizer*** https://www.bpb.de/lernen/grafstat/148853/advance-organizer **Karyogramm** **Film** (FWU): Chromosomen des Menschen-Erbkrankheiten und Karyogramm Sequenz: Das Karyogramm des Menschen	SI-Wissen wird reaktiviert. Die Bundeszentrale für politische Bil-dung bietet didaktische Hinweise zum Einsatz der Methode an. Zur Veranschaulichung von Haploidie und Diploidie sowie zur Geschlechts-bestimmung wird ein Karyogramm analysiert.
Wie werden die Keimzellen gebil-det und welche Unterschiede gibt es bei Mann und Frau? • Meiose • Spermatogenese/ Oogenese	erläutern die Grundprinzipien der inter- und intrachromosomalen Rekombination (Reduktion und Neukombination der Chromoso-men) bei Meiose und Befruchtung (UF4).	**Modell:** Pfeifenreiniger, Knetgummi oder andere Materialien **Stop-Motion-Film** zur Meiose: http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdaten-bank/nutzersicht/materialeintrag.php?matId=4876&marker=meiose **Arbeitsblätter** **Film** (FWU): Die Zelle: Reifeteilung - Meiose	Zentrale Aspekte der Meiose werden selbstständig wiederholt und geübt.

***Mögliche didaktische Leitfragen/* Sequenzierung inhaltlicher Aspekte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Wie entsteht genetische Vielfalt? • Inter- und intrachromosomale Rekombination		**Selbstlernplattform** von Mallig: http://www.mallig.eduvinet.de/bio/Repetito/Meiose1.html	Theoretisch mögliche Rekombinationen werden ermittelt.

Welcher Zusammenhang besteht zwischen Vererbungsmustern und genetisch bedingten Krankheiten und welche Folgen ergeben sich daraus für die folgenden Generationen?
 	
• Erbgänge/Vererbungsmodi
  ○ Ein-Faktoren-Analyse (autosomal/dominant/rezessiv, X-chromosomal-dominant/ rezessiv)
  ○ Zwei-Faktoren-Analyse (Stammbaum mit/ohne Kopplung, Stammbaum mit *crossing-over*)
 	
• Genetisch bedingte Krankheiten, z.B.
 	
○ Mukoviszidose (Cystische Fibrose): autosomal rezessiv
○ Muskeldystrophie Duchenne: x-chromosomal rezessiv
○ Chorea Huntington: autosomal dominant
	formulieren bei der Stammbaumanalyse Hypothesen zum Vererbungsmodus genetisch bedingter Merkmale (X-chromosomal, autosomal, Zwei-Faktoren-Anayse, Kopplung, Crossing-over und begründen die Hypothesen mit vorhandenen Daten auf der Grundlage der Meiose (E1, E3, E5, UF4, K4).
	
	recherchieren Informationen zu humangenetischen Fragestellungen (u. a. genetisch bedingten Krankheiten), schätzen die Relevanz und Zuverlässigkeit der Informationen ein und fassen die Ergebnisse strukturiert zusammen (K2, K1, K3, K4).
		Checkliste zum methodischen Vorgehen bei einer Stammbaumanalyse
		
		EIBE (European Initiative for Biotechnology Education: Probleme in der Humangenetik ⇨ **Arbeitsblätter** und methodische Anleitung http://archiv.ipn.uni-kiel.de/eibe/UNIT04DE.PDF
		
		Selbstlernplattform von Mallig: http://www.mallig.eduvinet.de/bio/Repetito/Banaly1.html
		
		Film (FWU): Chromosomen des Menschen - Erbkrankheiten und Karyogramm
			Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:
			Die Auswertung von humangenetischen Stammbäumen wird im Unterricht an mehreren Beispielen geübt.
			
			Prognosen zur Wahrscheinlichkeit des Auftretens genetisch bedingter Krankheiten werden aufgestellt und als Entscheidungshilfe für einen möglichen Kinderwunsch genutzt.

Mögliche didaktische Leitfragen/ **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Welche therapeutischen Ansätze ergeben sich aus der Stammzellenforschung? • Gentherapie • Zelltherapie	recherchieren Unterschiede zwischen embryonalen und adulten Stammzellen und präsentieren diese unter Verwendung geeigneter Darstellungsformen (K2, K3). stellen naturwissenschaftlich-gesellschaftliche Positionen zum therapeutischen Einsatz von Stammzellen dar und bewerten Interessen sowie Folgen ethisch (B3, B4).	**Recherche** zu embryonalen und adulten Stammzellen und damit verbundenen therapeutischen Ansätzen in unterschiedlichen, von der Lehrkraft ausgewählten Quellen **Checkliste**: Welche Quelle ist neutral und welche nicht? Mögliche **Checkliste** zur Bewertung von Internetquellen für Schülerinnen und Schüler: http://guentherneumann.de/Handreichungen/Recherche_2.pdf **Checkliste:** richtiges Zitieren aus Internetquellen und Fachliteratur **Zitiermerkblatt** der Universität Bielefeld: http://www.uni-bielefeld.de/erziehungswissenschaft/app/dokumente/ZitiermerkblattStand10.pdf **Dilemma-Methode** **Google,** Stichworte: Dilemma-Methode im Unterricht	An dieser Stelle kann auf das korrekte Belegen von Text- und Bildquellen eingegangen werden, auch im Hinblick auf die Facharbeit. Objektive und subjektive, ggf. manipulierende Quellen werden kriteriengeleitet mithilfe von Checklisten reflektiert. Am Beispiel des Themas „Dürfen Embryonen als Forschungsmaterial verwendet werden, um Krankheiten zu heilen?“ kann die Methode einer Dilemma-Diskussion durchgeführt und als Methode reflektiert werden.

Mögliche didaktische Leitfragen/ **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte**	**Konkretisierte Kompetenz-erwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmer-kungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
		Arbeitsblatt zu einer Dilemma-Methode zur ethischen Urteilsbil-dung **Stufenmodel**l ethischer Urteilsbil-dung nach Tödt http://www.biosicherheit.de/pdf/schule/kopiervorl_ethik.pdf	Schrittweise Erarbeitung und Hilfen zur eigenen Urteilsbildung auf ethi-scher Grundlage

Diagnose von Schülerkonzepten und –kompetenzen:

- **Selbstevaluationsbogen** mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsvorhabens
- **Begriffliche Netzwerke**
- **Stop-Motion-Film** zur Fehleranalyse
- Anfertigen von **Pfeifenreiniger- oder Knetgummi-Modelle**n

Leistungsbewertung:

- angekündigte **schriftliche Übungen** zu Meiose / Karyogrammen / Stammbaumanalyse in Form von einfachen **Multiple-Choice-Tests** und **Feed-back-Bögen**
- **Ggf. Klausur**
- **Ggf. Facharbeit**
- **Stop-Motion-Film** nach vorgegebenen Kriterien

<table>
<tr><td colspan="2">Unterrichtsvorhaben II

Thema/Kontext: Erforschung der Proteinbiosynthese – Wie steuern Gene die Ausprägung von Merkmalen, welche regulatorischen Proteine und Prozesse kontrollieren die Genexpression und welche Konsequenzen haben Veränderungen der genetischen Strukturen für einen Organismus?</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltsfeld 3: Genetik</td></tr>
<tr><td>Inhaltliche Schwerpunkte:

• Proteinbiosynthese

• Genregulation

Zeitbedarf: ca. 30 Std. à 45 Minuten</td><td>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können…

• E1 selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren.

• E3 mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten.

• E5 Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern

• E6 Anschauungsmodelle entwickeln sowie mit Hilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen.

• E7 naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.</td></tr>
</table>

Mögliche didaktische Leitfragen/ **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Wie entstand und veränderte sich der Genbegriff im Laufe der Zeit? • Historie und Wandel des Genbegriffs	reflektieren und erläutern den Wandel des Genbegriffs (E7).	*Auf die im Folgenden genannten Internetquellen wurde letztmalig am 03.09.2015 zugegriffen.* **Skript** der Universität Hohenheim: https://typo3-ab-info.uni-hohenheim.de/uploads/media/zus_preiss_genetik_01.pdf	Die Schülerinnen und Schüler stellen wichtige Stationen zum Genbegriff anhand eines Zeitstrahls dar. Hier sollen nicht alle zugrunde liegenden Experimente erläutert werden.
Wie beeinflussen Gene Reaktionsschritte und welche Folgen ergeben sich daraus? • Genwirkkette • Ein-Gen-Ein-Polypeptid-Hypothese	erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp (u. a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4).	**Informationen** zur Mukoviszidose: http://muko.info/ **Film** (FWU): Chromosomen des Menschen - Erbkrankheiten und Karyogramm, Sequenz zur Mukoviszidose **Arbeitsteilige Gruppenarbeit** und Präsentationen zu weiteren Genwirkketten	Am Beispiel der Mukoviszidose können krankhafte Merkmalsausprägungen veranschaulicht werden. Genwirkketten können an den Beispielen Albinismus, Kretinismus (Hypothyreose), Alkaptonurie und Phenylketonurie dargestellt werden.

Wie steuern Gene die Ausprägung von Merkmalen?
 	
• Proteinbiosynthese
  ○ Transkription
  ○ Bedeutung der Transkriptionsfaktoren
  ○ Translation (auch genetischer Code)
	vergleichen die molekularbiologischen Abläufe in der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten (UF1, UF3).
	
	erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Mutationstypen (UF1, UF2).
		concept map zur DNA
		
		Schematische Darstellungen der an der Proteinbiosynthese beteiligten Organellen und Moleküle in einer Zelle unter Berücksichtigung des Vergleichs der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten
			Der Aufbau und die Funktion der DNA (Einführungsphase, Inhaltsfeld 1: Biologie der Zelle) werden kurz wiederholt.
			
			Hinweis: Transkriptionsfaktoren können auch später im Zusammenhang mit der Genregulation bei Eukaryoten thematisiert werden.

Mögliche didaktische Leitfragen/ **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
• Vergleich der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten		**Film** (FWU): Grundlagen der Genetik **EIBE**: Mikroorganismen und Moleküle ⇨ **Materialien und methodische Anleitungen:** http://archiv.ipn.uni-kiel.de/eibe/UNIT01DE.PDF **Checkliste**: wissenschaftlicher Schreibstil https://www.hf.uni-koeln.de/data/eso24/File/Reader%20zum%20wissenschaftlichen%20Arbeiten.pdf	Darstellung des Vergleichs in Tabellenform Die animierten Vorgänge der Proteinbiosynthese können von den Schülerinnen und Schülern bei stumm geschaltetem Ton erläutert werden. An dieser Stelle kann das „Wissenschaftliche Schreiben“ für eine Facharbeit geübt werden.

Wie wurde der genetische Code entschlüsselt?
 	
• Genetischer Code
  ○ Erforschung (wissenschaftliche Experimente zur Aufklärung)
  ○ Eigenschaften
	erläutern wissenschaftliche Experimente zur Aufklärung der Proteinbiosynthese, generieren Hypothesen auf der Grundlage der Versuchspläne und interpretieren die Versuchsergebnisse (E3, E4, E5).	**Historische Experimente** zur Entschlüsselung des genetischen Codes:
		
		Poly-U-Modellexperiment von NIRENBERG und MATTHAEI (1961) – Triplettbindungstest zur Zuordnung eines Basentripletts zu einer Aminosäure (UUU – Phenylalanin) http://www.ngfn.de/index.php/von_der_erbinformation_zum_protein.html	

Mögliche didaktische Leitfragen/ **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
	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 Mutationstypen (UF1, UF2). begründen die Verwendung bestimmter Modellorganismen (u. a. E. coli) für besondere Fragestellungen genetischer Forschung. (E6, E3)	**Materialien** zum Thema Co-Polymere (KHORANA)	Anhand des NIRENBERG-Versuchs kann der Weg der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung mit Hilfe von Leitfragen nachvollzogen werden, z.B.: • Benennen der zugrunde liegenden Forschungsfragen von NIRENBERG und MATTHAEI • Entwickeln der entsprechenden Hypothesen • Überprüfen der Hypothesen • Ermittlung der Codierungen mit Hilfe des genetischen Codes • Zusammenfassen der Ergebnisse Anwendung der Code-Sonne und Ermittlung der Eigenschaften des genetischen Codes in Gruppenarbeit
Wie wirken sich Veränderungen im genetischen Code aus? • Mutagene • Onkogene • Auswirkungen und Reparatur von Mutationen • Genwirkketten	erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Mutationstypen (UF1, UF2). erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp (u. a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4).	**Arbeitsblatt:** Beispiel „Mondscheinkinder“ **Material:** DNA-Sequenzen, Code-Sonne	DNA-Sequenzen zu bereits bekannten genetisch bedingten Krankheiten werden im Hinblick auf zugrunde liegende Mutationen und deren Auswirkungen auf den Stoffwechsel analysiert.

Mögliche didaktische Leitfragen/ **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
	erklären mithilfe eines Modells die Wechselwirkung von Proto-Onkogenen und Tumor-Suppressorgenen auf die Regulation des Zellzyklus und beurteilen die Folgen von Mutationen in diesen Genen (E6, UF1, UF3, UF4).	http://www.wissenschaft-schulen.de/alias/material/impfen-gegen-krebs-ist-krebs-ansteckend/1051409 **Informationsmaterial** zu DNA-Reparaturmechanismen und zum Selbstschutz der Zelle	Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten sich Kenntnisse zu Modellvorstellungen zur Entstehung von Krebs. Die Initiative „Wissenschaft in die Schulen!“ bietet eine vollständige Unterrichtsreihe zum Thema Krebs für die Mittel- und Oberstufe an. An dieser Stelle kann auch bereits der Begriff „Transkriptionsfaktor“ eingeführt werden. Kritische Reflexion des eigenen Verhaltens im Hinblick auf vermeidbare Mutagene
Wie wird die Bildung von Proteinen bei Prokaryoten reguliert? • Lac-Operon • Tryp-Operon	erläutern und entwickeln Modellvorstellungen auf der Grundlage von Experimenten zur Aufklärung der Genregulation bei Prokaryoten (E2, E5, E6).	**Checkliste** für die Auswertung von Diagrammen **Kurvendiagramme** zum Bakterienwachstum auf Glucose und Lactose und Funktionsmodell zur Genregulation durch Substratinduktion **Kurvendiagramm** zum Bakterienwachstum auf Tryptophan zur Genregulation durch Endproduktrepression **Rollenspiel** und bewegliches **Tafelmodell**	Rückgriff auf den Weg der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung über die Forschungsfrage, Hypothesenbildung und Ergebnisse Methodenreflexion zu Diagrammformen Die Vorgänge der Genregulation werden mithilfe eines Rollenspiels und eines beweglichen Tafelmodells dargestellt.

Mögliche didaktische Leitfragen/ **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
• Bakterien als Modellorganismen ○ kurze Generationszeit ○ problemloses Initiieren von Mutationen ○ Integration von neuen Genen ○ direkte phänotypische Ausprägung der Veränderung	begründen die Verwendung bestimmter Modellorganismen (u. a. E. coli) für besondere Fragestellungen genetischer Forschung (E6, E3).	http://www.spektrum.de/lexikon/biologie/modellorganismen/43448	Mithilfe des Artikels aus „Spektrum der Wissenschaft“ erarbeiten die Schülerinnen und Schüler die Bedeutung der Bakterien als Modellorganismen.
Wie wird die Bildung von Proteinen bei Eukaryoten reguliert? • Transkriptionsfaktoren • RNA-Interferenz	erläutern die Bedeutung der Transkriptionsfaktoren für die Regulation von Zellstoffwechsel und Entwicklung (UF1, UF4). erklären mit Hilfe von Modellen genregulatorische Vorgänge bei Eukaryoten (E6).	***YouTube,*** Stichwort: RNA-Interferenz http://www.charite.de/charite/presse/pressemitteilungen/artikel/detail/neuer_steuerungsmechanismus_der_proteinbiosynthese_entdeckt/	Rückgriff auf Fehlregulationen, z. B. p53 und ras. ***Hinweis:*** Das Silencer- und Enhancer-Prinzip über Transkriptionsfaktoren werden hier beschrieben. Die Benennung der Transkriptionsfaktoren ist nicht erforderlich. Ggf. kann auf die Forschungsergebnisse der Charité Berlin zu einem neuen Regulationsmechanismus im Ribosom verwiesen werden.
Wie wirkt sich die Umwelt auf die Aktivierung von Genen aus?	erläutern epigenetische Modelle zur Regelung des Zellstoffwechsels und leiten Konsequenzen für den Organismus ab (E6).	**Max-Planck-Institut:** http://www.max-wissen.de/public/downloads/Unterrichtsverlauf_BioMax_23	Das Max-Planck-Institut bietet zum Epigenom zwei Unterrichtsstunden mit Verlaufsplan an.

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

• Epigenetik
  ○ DNA-Methylierung
  ○ Histon-Acetylierung
  ○ RNA-Interferenz
		Material zur DNA-Methylierung und Histon-Acetylierung als Beispiele für epigenetische Regulationsmecha-nismen
		
		Beispielorganismen wie Biene (Königin, Arbeiterin) und Mäuse
		
		Artikel zur Epigenetik vom Max-Planck-Institut: http://www.max-wis-sen.de/public/downloads/maxheft5540	

Diagnose von Schülerkonzepten und -kompetenzen

- Vorwissens- und Verknüpfungs**test**
- Kriteriengeleitetes **Rollenspiel** zur Überprüfung der Kenntnisse zur Substratinduktion und Endproduktrepression

Leistungsbewertung:

- **Ggf. Klausur**
- **Ggf. Facharbeit** (siehe: Leitfaden zur Themenvergabe und Bewertungskriterien für Facharbeiten im Fach Biologie).
- **Multiple-Choice –Test**
- verschiedene **Präsentationsmöglichkeiten** (z. B. Stehgreif-Referat, Kurzvorträge, Powerpoint-Präsentation, Prezi etc.), Rollenspiel

Unterrichtsvorhaben III **Thema/ Kontext:** Gentechnologie heute – *Welche Chancen und welche Risiken bestehen?*	
Inhaltsfeld 3: Genetik	
Inhaltliche Schwerpunkte: • Gentechnologie • Bioethik **Zeitbedarf**: ca. 20 Std. à 45 Minuten	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** **Die Schülerinnen und Schüler können…** • **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. • **B4** begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten. Statt der hier aufgeführten übergeordneten Kompetenzen **K2, K3** und **B4** (vgl. schulinterner Beispiellehrplan im Lehrplannavigator) können auch schwerpunktmäßig die folgenden übergeordneten Kompetenzen angesteuert werden**: K1, E4 und B3.**

***Mögliche didaktische Leitfragen/* Sequenzierung inhaltlicher Aspekte**	**Konkretisierte Kompetenz-erwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmer-kungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Wie werden DNA-Sequenzen ampli-fiziert und geordnet? • PCR • Sequenzierung nach Sanger • Gelelektrophorese *Wie kann die DNA typisiert werden?* • Genetischer Fingerabdruck	erläutern molekulargenetische Verfahren (u. a. PCR, Gelelektro-phorese) und ihre Einsatzgebiete (E4, E2, UF1).	*Auf die im Folgenden genannten Internetquellen wurde letztmalig am 03.09.2015 zugegriffen.* **Präsentation** zur PCR und Gel-elektrophorese des deutschen Hygienemuseums Dresden (pdf-Format) **Google,** Stichworte: Hygienemu-seum Dresden PCR Kurze **Flash-Animation** zur PCR: http://www.maxanim.com/genetics/PCR/PCR.htm **Arbeitsblatt**: Kettenabbruch-Methode nach Sanger (fakultativer inhaltlicher Aspekt) **Lehrervortrag**: Von der Kettenab-bruch-Methode zur Hochdurchsatz-Sequenzierung http://www.ngfn.de/index.php/die_entschl__sselung_des_gesamten_meschlichen_genoms.html ***advance organizer***	Einstieg z. B. über einen Kriminalfall Die Animation kann nach Bearbei-tung des Themas von Schülern ver-tont werden. Die PCR und die DNA-Replikation werden tabellarisch miteinander ver-glichen.

Mögliche didaktische Leitfragen/ **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
	erläutern molekulargenetische Verfahren (u. a. PCR, Gelelektrophorese) und ihre Einsatzgebiete (E4, E2, UF1).	**Informationstexte** zum genetischen Fingerabdruck **YouTube**, Stichworte: genetischer Fingerabdruck - Täter **EIBE:** DNA-Profilanalyse http://archiv.ipn.uni-kiel.de/eibe/UNIT02DE.PDF	
Wie können Gene identifiziert und ihre Aktivität gemessen werden? • DNA – Chips (engl. DNA-Microarray)	geben die Bedeutung von DNA-Chips und Hochdurchsatz-Sequenzierung an und bewerten Chancen und Risiken (B1, B3).	**Dilemma-Methode (nach Tödt)** **Landesbildungsserver Baden-Württemberg:** http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/biologie/material/zelle/dna1/	Rückgriff auf den Lehrervortrag zur Hochdurchsatzsequenzierung An einem ausgewählten Beispiel (Chancen und Risiken von DNA-Chips, Chancen und Risiken von transgenen Lebewesen) wird die Dilemmamethode durchgeführt.
Wie kann das Erbgut gezielt verändert werden? • Gentechnik	beschreiben molekulargenetische Werkzeuge und erläutern deren Bedeutung für gentechnische Grundoperationen (UF1).	**Lernumgebung: GloFish:** http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialeintrag.php?matId=3402&marker=glofish ***concept map***	Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten am Beispiel des rot oder grün leuchtenden Zebrabärblings gentechnische Grundoperationen. Die Schülerinnen und Schüler erstellen concept maps aus Begriffslisten (s. GloFish).
Wie werden gentechnisch veränderte Organismen hergestellt und welche Bedeutung haben sie für den Menschen?	stellen mithilfe geeigneter Medien die Herstellung transgener Lebewesen dar und diskutieren ihre Verwendung (K1, B3).	**Lernumgebung: GloFish** oder andere gentechnisch veränderte Organismen	

***Mögliche didaktische Leitfragen/* Sequenzierung inhaltlicher Aspekte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
• Herstellung und Einsatz transgener Lebewesen	beschreiben aktuelle Entwicklungen in der Biotechnologie bis hin zum Aufbau von synthetischen Organismen in ihren Konsequenzen für unterschiedliche Einsatzziele und bewerten sie (B3, B4).	**Medien** nach Ermessen der Schüler/innen **Präsentation** der Techniken und anschließende **Diskussion** **Methodische Hinweise** der Bundeszentrale für politische Bildung: http://www.bpb.de/lernen/formate/methoden/46892/pro-contra-debatte	Die Schülerinnen und Schüler stellen die Herstellung ausgewählter transgener Organismen dar. Darauf folgt eine kriteriengeleitete Pro- und Contra-Diskussion über deren Verwendung. Abschließend sollen die Schülerinnen und Schüler zu einer Bewertung gelangen.

Diagnose von Schülerkonzepten und –kompetenzen:

- **Selbstevaluationsbogen** mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe
- ***concept map***
- ***advance organizer***
- Pro-/Contra-**Diskussion**
-

Leistungsbewertung:

- **Ggf. Klausur**
- **Ggf. Facharbeit**
- verschiedene **Präsentationsmöglichkeiten** (z. B. Stehgreif-Referat, Kurzvorträge, Powerpoint-Präsentation, Prezi etc.)

Leistungskurs – Q 1:

Hinweis: Thema, Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte und Kompetenzen hat die Fachkonferenz der Beispielschule verbindlich vereinbart. In allen anderen Bereichen sind Abweichungen von den vorgeschlagenen Vorgehensweisen bei der Konkretisierung der Unterrichtsvorhaben möglich. Darüber hinaus enthält dieser schulinterne Lehrplan in den Kapiteln 2.2 bis 2.4 übergreifende sowie z.T. auch jahrgangsbezogene Absprachen zur fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit, zur Leistungsbewertung und zur Leistungsrückmeldung. Je nach internem Steuerungsbedarf können solche Absprachen auch vorhabenbezogen vorgenommen werden.

Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)

- **Unterrichtsvorhaben IV**: Autökologische Untersuchungen – *Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf das Vorkommen von Arten?*

- **Unterrichtsvorhaben V:** Synökologie I – *Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?*

- **Unterrichtsvorhaben VI:** Synökologie II – *Welchen Einfluss hat der Mensch auf globale Stoffkreisläufe und Energieflüsse?*

- **Unterrichtsvorhaben VII:** Erforschung der Fotosynthese – *Wie wird Lichtenergie in eine für alle Lebewesen nutzbare Form der Energie umgewandelt?*

- **Unterrichtsvorhaben VIII:** Zyklische und sukzessive Veränderungen von Ökosystemen – *Welchen Einfluss hat der Mensch auf die Dynamik von Ökosystemen*?

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Umweltfaktoren und ökologische Potenz
- Dynamik von Populationen
- Stoffkreisläufe 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. 75 Std. à 45 Minuten

2.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben für die Qualifikationsphase 1

Leistungskurs

Die konkrete Ausgestaltung der beispielhaften Unterrichtsvorhaben führt zu einem Gesamtkonzept, bei dem die bisher im Lehrplannavigator veröffentlichte Reihenfolge der Unterrichtsvorhaben verändert wurde (IV → VII → V → VIII → VI).

Das vorliegende Konzept akzentuiert deutlich die Fotosynthese. Dadurch verschieben sich die bisher veranschlagten Stundenangaben bezüglich des Zeitbedarfs zu den einzelnen Unterrichtsvorhaben. Hier soll exemplarisch eine Möglichkeit der schulinternen Schwerpunktsetzung aufgezeigt werden.

Unterrichtsvorhaben IV **Thema/Kontext:** Autökologische Untersuchungen – *Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf das Vorkommen von Arten?*	
Inhaltsfeld 5: Ökologie	
Inhaltliche Schwerpunkte: • Umweltfaktoren und ökologische Potenz **Zeitbedarf**: ca. 18 Std. à 45 Minuten	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können… • **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. • **E3*** mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten. • **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. • [**E7** naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.] * Diese übergeordnete Kompetenzerwartung findet sich nicht in den aufgeführten *konkretisierten* Kompetenzerwartungen, sie wird aber im vorliegenden konkretisierten Unterrichtsvorhaben durch die methodisch-didaktische Umsetzung im Unterricht schwerpunktartig angesteuert. Im Vergleich zum veröffentlichten schulinternen Beispiellehrplan (siehe Lehrplannavigator) wird **E5** neu als Schwerpunkt aufgenommen, wohingegen **E7** nicht schwerpunktmäßig behandelt wird.

Mögliche *didaktische Leitfragen/* Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Reaktivierung des SI-Wissens		**Bilder** zu Waldtypen wie Bergwald, Laubwald, Regenwald, Nadelwald **Arbeitsblatt**: Stockwerke des Waldes **Google,** Stichworte: Stockwerke des Waldes **Baum(Pflanzen-)kalender** über die Jahreszeit **Baumkalender** mit an ihren Standort angepassten Pflanzen	SI-Wissen wird reaktiviert. SuS ermitteln Kriterien für eine *mind map* wie Zonierung, Lichtverhältnisse, Nährstoffverhältnisse, Artenvorkommen, Funktion, Standort etc.
Im Wald ist es dunkel? • Zonierung eines Laubwaldes • Abiotische Faktoren • Kompensationspunkt	entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1, E5). untersuchen das Vorkommen, die Abundanz und die Dispersion von Lebewesen eines Ökosystems im Freiland (E1, E2, E4). zeigen den Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von Bioindikatoren und der Intensität abiotischer Faktoren in einem beliebigen Ökosystem (UF3, UF4, E4).	**Exkursion** in einen Laubwald: Zonierungsbeispiel am Laubwald mit **Arbeitsaufträgen** zu methodischen Fragestellungen zur Überprüfung einiger Kriterien der *mind maps* u. a. **Messung** der Lichtintensitäten vor dem Wald und in den verschiedenen Zonen eines Laubwaldes **Ermittlung** der Feuchtigkeit (qualitativ) und der Temperatur **Informationsblatt** mit Kriterien zum Aufbau eines sinnvollen Versuchsprotokolls **Materialien** mit Daten zur relativen Lichtintensität am Waldboden: http://www.payer.de/cifor/cif02081.htm (letzter Zugriff: 11.01.2016)	***Fachlicher Hinweis:*** *Alle didaktischen Leitfragen und inhaltlichen Aspekte können auch am Beispiel eines aquatischen Ökosystems umgesetzt werden.* **Verbindliche Beschlüsse der Fachkonferenz:** • **Die SuS erstellen begleitend zu allen ökologischen Unterrichtsvorhaben ein fachwissenschaftliches Glossar**. • **Eine Wald-Exkursion ist verpflichtend.**

Mögliche *didaktische Leitfragen/* Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
	stellen energetische und stoffliche Beziehungen verschiedener Organismen unter den Aspekten von Nahrungskette, Nahrungsnetz und Trophieebene formal, sprachlich und fachlich korrekt dar (K1, K3).	**Arbeitsblatt** mit einem Schema zur Energiepyramide	Zentrale Aspekte des Waldes werden selbstständig wiederholt und geübt. Das Beschreiben und Auswerten von Messdaten und Fotos wird geschult. Es wird ein einheitliches Versuchsprotokoll verwendet. Die Versuchsprotokolle können in Form eines Versuchsskripts angelegt werden.
Die abiotischen Faktoren Wasser und Temperatur – *Wie unterscheiden sich Pflanzen in Abhängigkeit von ihrem jeweiligen Standort?* • Abiotische Faktoren • Blatttypen • Standortabhängigkeit	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).	**Anfertigen mikroskopischer Schnitte** von verschiedenen Blatttypen (Meso-, Xero-, Hydro-, Hygrophyten) **in arbeitsteiliger Gruppenarbeit** **Mikroskopische Schulbuchaufnahmen** **Steckbrief** zum Pflanzentyp unter Berücksichtigung des Standortes und verschiedener Kurvendiagramme (Wasser, Temperatur) in **arbeitsteiliger Gruppenarbeit** **Präsentation** der Ergebnisse	Rückgriff auf den Baumkalender zur Abhängigkeit von abiotischen Faktoren an einem Standort (Wasser, Temperatur, Salzgehalt etc.) und die Messungen im Wald Die SuS nutzen mikroskopische Schulbuchaufnahmen zum Vergleich.

Mögliche *didaktische Leitfragen*/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Licht – ein einschränkender Faktor? • Angepasstheit an verschiedene Lichtverhältnisse im Wald • Abiotische Faktoren • Sukzession	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). analysieren Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen abiotischen Faktoren (E5).	**Datensammlung** zu Lichtverhältnissen im Wald **Messdaten** erfassen, z. B. zur Bestrahlungsintensität in verschiedenen Höhen (Schichten des Waldes) über das Jahr **Arbeitsblatt** mit Absorptionsspektren (Phycoerythrin und Phycocyan) **Bau** eines **Spektrometers**: http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdaten-bank/nutzersicht/materialeintrag.php?matId=5002&marker=Fotosynthese	Die SuS führen wissenschaftliche Arbeitsweisen der Ökologie hinsichtlich quantitativer Untersuchungen und statistischer Verfahrensweisen durch. Die SuS werten die Absorptionsspektren aus.
Wie wirken sich die Lichtverhältnisse im Jahresrhythmus aus? • Abiotische Faktoren • Jahresrhythmus • Sukzession	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). entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1, E5).	**Daten** zur relativen Lichtintensität im Jahresrhythmus	Der Bezug von Abundanz und Dispersion auf die Populationsdichte und die räumliche Verteilung von Individuen wird deutlich gemacht. Die SuS werten neben reinen Messdaten ebenfalls Fotos aus. Die SuS erfassen auch selbstständig Daten nach vorangegangenen Fragestellungen.

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- **Versuchsprotokoll** zur Fehleranalyse
- **Mikroskopischer Schnitt** zur Fehleranalyse

Leistungsbewertung:

- ggf. angekündigte **schriftliche Übungen**
- Bewertung von **Versuchsprotokollen**
- ggf. **Klausur**
- ggf. **Facharbeit**

<table>
<tr><td colspan="2">Unterrichtsvorhaben V

Thema / Kontext: Synökologie I – Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltsfeld 5: Ökologie</td></tr>
<tr><td>Inhaltlicher Schwerpunkt:

• Dynamik von Populationen

Zeitbedarf: ca. 14 Std. à 45 Minuten</td><td>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können…

• UF1 biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und 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 voraussagen.</td></tr>
</table>

Mögliche *didaktische Leitfragen/* Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Nebeneinander und doch verschiedene Nischen – *Wie entwickeln sich Konkurrenten in einem Lebensraum?* • Ökologische Nische • Interspezifische Beziehungen • Konkurrenzausschlussprinzip • Konkurrenzvermeidung / Konkurrenzminderung • Koexistenz • Logistisches und exponentielles Wachstum • Dichteabhängige und dichteunabhängige Faktoren • Nahrungsnetz, Trophieebene	erklären mit Hilfe des Modells der ökologischen Nische die Koexistenz von Arten (E6, UF1, UF2). 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). 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). beschreiben die Dynamik von Populationen in Abhängigkeit von dichteabhängigen und dichteunabhängigen Faktoren (UF1).	*Letzter Zugriff auf die genannten Internetquellen: 07.01.2016* **Steckbriefe** zu verschiedenen Lebewesen (Pflanzen und Tiere) des Waldes unter dem Aspekt der ökologischen Nische **Material** zur Auswertung von Untersuchungen zum Zusammenleben verschiedener Arten unter dem Aspekt der interspezifischen Beziehungen (z. B. Experiment zu amerikanischen und rotbraunen Reismehlkäfern in Abhängigkeit von der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit) **Arbeitsblatt** zum Experiment zum Trockengewicht in Abhängigkeit des pH-Wertes bei Hederich und Acker-Spergel **Räumliche Darstellung** zur ökologischen Nische oder zu Ökogrammen (z. B. zur Rotbuche und Waldkiefer, **Google**, Stichworte: Ökogramme Wald) **Arbeitsblatt** zur Vermehrungsrate von Paramecienarten unter bestimmten Bedingungen	Es wird empfohlen, die *mind map* zur Reaktivierung des SI-Wissens an dieser Stelle als Überleitung zur ökologischen Nische und interspezifischen Beziehungen über das Artenvorkommen zu nutzen. Zusammenarbeit mit dem Fach Mathematik in Bezug auf logistisches und exponentielles Wachstum. Die SuS leiten selbstständig eine Definition zu Konkurrenzvermeidung und zum Konkurrenzausschlussprinzip her.

Mögliche *didaktische Leitfragen/* Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Wie gelingt die Einnischung von Lebewesen in Abhängigkeit von abiotischen Faktoren? • Tiergeographische Regeln (Bergmann und Allen) • Abiotischer Faktor Temperatur	erläutern die Aussagekraft von biologischen Regeln (u.a. tiergeographische Regeln) und grenzen diese von naturwissenschaftlichen Gesetzen ab (E7, K4).	**Experiment** mit kleiner und großer Kartoffel zur Ermittlung des Temperaturabfalls in Abhängigkeit von der Zeit **Arbeitsblätter** zu tiergeographischen Regeln (z. B. Pinguin, Fuchs, Hase und Tiger) **Arbeitsteilige Gruppenarbeit** mit anschließender **Präsentation**	Die SuS erstellen auf der Grundlage des Experimentes selbstständig ein Kurvendiagramm unter Berücksichtigung der Achsenzuordnung.
Lässt sich die Veränderung von Populationsgrößen modellhaft quantitativ darstellen? • Lotka-Volterra-Regeln • Lebenszyklusstrategien (K- und r-Strategen) • Schädlingsbekämpfung • Insektizidresistenz	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). 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).	**Arbeitsblatt** zur Populationsentwicklung von Marienkäfern und Wollschildläusen unter Laborbedingungen und einer begrenzten Aussagekraft von Lotka-Volterra **Vergleichende Tabelle** zu K- und r-Strategen unter Berücksichtigung verschiedener Kriterien wie Lebensdauer, Populationsgröße, Fortpflanzungshäufigkeit, Anzahl der Nachkommen und Habitat. **Arbeitsblatt** zum Einsatz von DDT zur Bekämpfung der Wollschildlaus **Arbeitsblatt** zur Insektizidresistenz bei Schädlingen	Die SuS erfahren den Unterschied zwischen Regeln und Gesetzen über die Modellkritik an den Lotka-Volterra-Regeln.

Mögliche *didaktische Leitfragen*/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
	beschreiben die Dynamik von Populationen in Abhängigkeit von dichteabhängigen und dichteunabhängigen Faktoren (UF1).		
Schmarotzer – Tricks im Wald – *Wie verschaffen sich Lebewesen Vorteile im Kampf ums Überleben?* • Parasiten • Halb- und Vollschmarotzer • Zwischen-, End und Fehlwirt • Invasive Arten	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)	**Hausaufgabe**: Die SuS stellen einen Parasiten des Waldes mit Hilfe eines selbstständig erstellten Steckbriefes vor. http://www.wsl.ch/dienstleistungen/publikationen/pdf/14298.pdf **Internetrecherche** zu Halb- und Vollschmarotzern und Anwendung auf die ökologische Nische am Beispiel der Mistel und des Buchenspargel. **Internetrecherche** zu Neuroparasiten und Zwischen-, End- und Fehlwirt, z. B. • Lebenszyklus des Saugwurms *Euhaplorchis californiensis* und sein Einfluss auf den Killifisch • Lebenszyklus des Fadenwurms *Myrmeconema neotropicum* und sein Einfluss auf die Ameisenart *Cephalotes atratus* **Arbeitsteilige Gruppenarbeit** mit anschließender **Präsentation**	Es wird empfohlen, die Merkblätter für die Praxis der eidgenössischen Forschungsanstalt WSL zu verwenden (z. B. zum invasiven Laubholz-Bockkäfer aus Asien).

Mögliche *didaktische Leitfragen/* Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Austausch im Dunkeln - Mykorrhiza – *Welche Rolle spielen Symbionten für das Leben im Wald?* • Symbiose • Lebensgemeinschaften im Wald • Ökologische Folgen bei Störungen • Produzenten, Konsumenten, Destruenten • Nahrungskette	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) stellen energetische und stoffliche Beziehungen verschiedener Organismen unter den Aspekten von Nahrungskette, Nahrungsnetz und Trophieebene formal, sprachlich und fachlich korrekt dar (K1, K3).	**Untersuchung** von Mykorrhiza mit Hilfe des **Binokulars** und **Mikroskops** zur Wahrnehmung des feinen Geflechts **Referat** zur Bedeutung der Pilze (z. B. Hallimasch) **Merkblatt** zu Mykorrhiza: http://www.wsl.ch/dienstleistungen/publikationen/pdf/11252.pdf ***concept map*** als Zusammenfassung wichtiger Informationen **32-jährige Datenreihe** zum Thema: Mykorrhiza-Pilze auf dem Rückzug – was bedeutet das für den Wald? **Arbeitsblatt** zu den Folgen der Veränderungen von Ökosystemen http://www.waldwissen.net/wald/pilze_flechten/wsl_mykorrhizapilze/index_DE	**Alternative**: Mikroskopische Aufnahmen von Mykorrhiza oder Flechten **Hinweis**: Folgende Materialien zu Pilzen sind besonders für die Erstellung von Facharbeiten geeignet: http://www.wsl.ch/dienstleistungen/publikationen/pdf/12094.pdf http://www.wsl.ch/dienstleistungen/publikationen/pdf/11570.pdf Die gesamten interspezifischen Beziehungen (Konkurrenz, Parasitismus, Symbiose, Prädation) können auch in arbeitsteiliger Gruppenarbeit in Form eines Gruppenpuzzles mit anschließender Präsentation erarbeitet werden.

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- **Begriffliche Netzwerke** und ***concept maps***
- **Präsentationen** nach vorgegebenen Kriterien

Leistungsbewertung:

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

- Bewertung von **Steckbriefen** nach vorgegebenen Kriterien

Unterrichtsvorhaben VI **Thema / Kontext:** Synökologie II – *Welchen Einfluss hat der Mensch auf globale Stoffkreisläufe und Energieflüsse?*	
Inhaltsfeld 5: Ökologie	
Inhaltliche Schwerpunkte: • Stoffkreislauf und Energiefluss **Zeitbedarf**: ca. 10 Std. à 45 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. • **E6*** Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder voraussagen. • **K3** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren. • **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. * Diese übergeordneten Kompetenzerwartungen finden sich nicht in den aufgeführten *konkretisierten* Kompetenzerwartungen, sie werden aber im vorliegenden konkretisierten Unterrichtsvorhaben durch die methodisch-didaktische Umsetzung im Unterricht schwerpunktartig angesteuert. Im Vergleich zum veröffentlichten schulinternen Beispiellehrplan (siehe Lehrplannavigator) wird **K3** neu als Schwerpunkt aufgenommen.

Mögliche didaktische Leitfragen/ **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Welche Folgen haben anthropogene Einflüsse auf Ökosysteme? • Anthropogene Faktoren • Globale Stoffkreisläufe und Energieflüsse • Nachhaltigkeit	<u>präsentieren und erklären auf der Grundlage von Untersuchungsdaten die Wirkung von anthropogenen Faktoren auf ausgewählte globale Stoffkreisläufe (K1, K3, UF1).</u> entwickeln Handlungsoptionen für das eigene Konsumverhalten und schätzen diese unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit ein (B2, B3).	**Informationsmaterial** zu Stoffkreisläufen **Google**, Stichworte: Stoffkreisläufe und Schadstoffe **Internetrecherche** (z. B. Ökotourismus und nachhaltiger Tourismus, nachhaltige Plantagenwirtschaft, Konsumverhalten)	Die SuS können hier in besonderem Maße Kompetenzen aus dem Bereich der Kommunikation und Bewertung erlangen. Eine fundierte Bewertung basiert auf Kriterien. Die SuS erstellen aufgrund der Internetrecherche selbstständig Kriterien als Bewertungsgrundlage. Die SuS erfahren, dass das Argumentieren interessensgeleitet auf der Grundlage von These und Begründung erfolgt.

<u>Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:</u>

- **Selbstevaluationsbogen** mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens
- **Begriffliche Netzwerke** und ***concept maps***

<u>Leistungsbewertung:</u>

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

Unterrichtsvorhaben VII **Thema/Kontext:** Erforschung der Fotosynthese – *Wie wird Lichtenergie in eine für alle Lebewesen nutzbare Form der Energie umgewandelt?*	
Inhaltsfeld 5: Ökologie	
Inhaltlicher Schwerpunkt: • Fotosynthese **Zeitbedarf**: ca. 24 Std. à 45 Minuten	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können… • **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. • **E3** mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten. • **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. • [**E7** naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.] *Diese übergeordneten Kompetenzerwartungen finden sich nicht in den aufgeführten *konkretisierten* Kompetenzerwartungen, sie werden aber im vorliegenden konkretisierten Unterrichtsvorhaben durch die methodisch-didaktische Umsetzung im Unterricht schwerpunkmäßig angesteuert. Im Vergleich zum veröffentlichten schulinternen Beispiellehrplan (siehe Lehrplannavigator) wird **E7** nicht als Schwerpunkt behandelt.

Mögliche *didaktische Leitfragen/* Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Wie verhält sich das Blatt im Tagesverlauf? • Stomatabewegung • Gasaustausch am Blatt • Blatttypen und Standort • Tag-/ Nachtrhythmen • Physiologische Potenz	entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1, E5). analysieren Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen abiotischen Faktoren (E5).	**Ein umfangreiches Materialangebot zur Fotosynthese befindet sich in der Materialdatenbank.** **Experiment** zur Stomatabewegung **Untersuchungsmaterial**: Blattober- und -unterseite vom Flammenden Käthchen (*Kalanchoe blossfeldiana*) **Abbildungen** zu Stomata, z. B. REM-Aufnahmen **Bläschenzählmethode** mit der Wasserpest (*Elodea canadensis)* zur Sauerstoffentwicklung in Abhängigkeit vom Licht (z. B. in Abhängigkeit von der Beleuchtungsstärke und der Entfernung der Lichtquelle) (Alternative: **Lehrfilm** zur Fotosynthese bei YouTube) **Experiment**: Entfärbung von Indigokarmin durch die Fotosyntheseaktivität der Wasserpest in Abhängigkeit von der Beleuchtungsstärke (z. B. Tageslicht und OHP-Beleuchtung) **Kurven** zur Temperatur- und Lichtabhängigkeit der Fotosynthese (**Abbildung: Google,** Stichworte: Temperatur und Lichtabhängigkeit der Fotosynthese)	Um optimale Versuchsergebnisse zu erhalten, muss frisches Pflanzenmaterial verwendet werden. Dies gilt insbesondere für die Wasserpflanzen. Die SuS untersuchen die Stomatabewegung unter verschiedenen Filtern; sie schulen ihre Fähigkeiten in der Auswertung mikroskopischer Fotos. Die Bläschenzählmethode weist nicht nach, dass es sich um Sauerstoff handelt, sondern zeigt lediglich eine Gasbildung. Deshalb ist ein weiterer eindeutiger Versuch zur Bestimmung des Gases wichtig (→Indigokarmin). Die SuS üben die Analyse und Auswertung von vorgelegten Messdaten. Der Begriff physiologische Potenz wird hier bei der Stomatabewegung und dem Gasaustausch in Abhängigkeit von der Lichtintensität besonders betont.

Mögliche *didaktische Leitfragen/* Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Der Lichtkompensationspunkt – *Welche Rolle spielt der Lichtkompensationspunkt für die Fotosynthese?* • Gleichgewicht des Energieumsatzes • Optimierung des Pflanzenwachstums	analysieren Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen abiotischen Faktoren (E5).	**Kurven** zum Lichtkompensationspunkt **Grafiken** zur Transpirationsrate und Gasaustausch im Tagesverlauf **Daten** zum Gleichgewicht des Energieumsatzes	Die SuS lernen zwischen dem Lichtkompensationspunkt und dem Lichtsättigungspunkt zu unterscheiden. Die SuS erarbeiten mithilfe der Daten das Gleichgewicht des Energieumsatzes. Empfohlen wird in diesem Kontext, die Möglichkeiten einer Optimierung des Pflanzenwachstums als Handout erarbeiten zu lassen.
Licht- und Schattenpflanzen – *Wie hängt die Fotosyntheserate von der Lichtintensität des Standortes ab?* • Abiotische Faktoren • Angepasstheit an den Standort • Ökologische Potenz	analysieren Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen abiotischen Faktoren (E5).	**Arbeitsmaterial** mit Daten und mikroskopischen Schnitten zu Angepasstheiten an die jeweilige Lebensform zur Abhängigkeit der Fotosyntheserate von der Lichtintensität bei Licht- und Schattenpflanzen	An dieser Stelle wird auf Abbildungen von mikroskopischen Schnitten zurückgegriffen. Die SuS erstellen auf dieser Grundlage eine Tabelle für einen kriteriengeleiteten Vergleich von Licht- und Schattenpflanze (Aspekte: u. a. Blattdicke und -größe, Blattmasse, Farbe, unterschiedliche Blattgewebe).
Chloroplasten als Orte der Fotosynthese – *Welche Rolle spielt die Kompartimentierung?* • Zweigeteilte Fotosynthese • Kompartimentierung	leiten aus Forschungsexperimenten zur Aufklärung der Fotosynthese zu Grunde liegende Fragestellungen und Hypothesen ab (E1, E3, UF2, UF4).	**Arbeitsblatt** zu den experimentellen Ergebnissen von ARNON, TSUJIMOTO und TREBST (siehe Materialien zur Fotosynthese von Jagemann und verschiedene Schulbücher). http://www.jagemann-net.de/biologie/bio12/fotosynthese/fotosynthese.php (letzter Zugriff: 11.01.2016)	Es wird empfohlen, die Ergebnisse der Versuche von ARNON in Tabellenform zu interpretieren und die dazugehörige Fragestellung zur Bedeutung von Thylakoiden und Stroma herzuleiten.

Mögliche *didaktische Leitfragen/* Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Fotosysteme – *Welche Bedeutung haben die verschiedenen Pigmente für die Lichtreaktion?* • Chlorophyll • Chromatographie • EMERSON-Effekt • Absorptionsspektren verschiedener Blattfarbstoffe	erläutern den Zusammenhang zwischen Fotoreaktion und Synthesereaktion und ordnen die Reaktionen den unterschiedlichen Kompartimenten des Chloroplasten zu (UF1, UF3).	**Anleitung** zur Herstellung einer Rohchlorophyll-Lösung: http://www.ph-ooe.at/fileadmin/old_fileadmin/fileadmin/user_upload/fdznawi/downloadbereich/Workshop__Kompetenzorientiertes_Experimentieren_/KLEx_Chlorophyll.pdf) (letzter Zugriff: 11.01.2016) **Experiment** zur chromatographischen Trennung des isolierten Blattextraktes mit Tafelkreide **Grafische Darstellung** zu Absorptionsspektren von Chlorophyll a, Chlorophyll b und Carotinoiden **Google,** Stichworte: Absorptionsspektrum Chlorophyll **Arbeitsblatt** mit Ergebnissen zum EMERSON-Effekt in Abhängigkeit von der Art der Lichtbestrahlung **Abbildung** zum EMERSON-Effekt: http://plantphys.info/plant_physiology/images/emersonenhancement.gif (letzter Zugriff: 28.01.2016)	Es wird empfohlen, dass die SuS die Versuchsanleitung zur Herstellung einer Rohchlorophyll-Lösung selbst entwickeln und das Experiment mithilfe der angegebenen Materialien und unter Einhaltung der Sicherheitshinweise durchführen. Die Trennung der verschiedenen Blattfarbstoffe kann mithilfe von getrockneter Tafelkreide oder Papierchromatographie erfolgen.

Mögliche *didaktische Leitfragen/* Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
		Material: Flash-Animation http://www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/chemie-interaktiv/ein_fall_fuer_zwei/effz_ein_fall_fuer_zwei.swf (letzter Zugriff: 14.01.2016)	Voraussetzung für die Animation sind Grundkenntnisse zum Photometer und zur Farbentstehung. Die SuS können an dieser Stelle den ENGELMANN-Versuch und die Chlorophyll-Fluoreszenz erarbeiten.
Die Energie liegt im Gradienten – *Welche Bedeutung besitzt der Protonengradient für die ATP-Synthese?* • ATP-Bildung • Fotoreaktion	erläutern mithilfe einfacher Schemata das Grundprinzip der Energieumwandlung in den Fotosystemen und den Mechanismus der ATP-Synthese (K3, UF1). leiten aus Forschungsexperimenten zur Aufklärung der Fotosynthese zu Grunde liegende Fragestellungen und Hypothesen ab (E1, E3, UF2, UF4).	**Material** zu Experimenten von JAGENDORF zur ATP-Bildung in Abhängigkeit des pH-Wertes **Informationstext** zur Erstellung eines Storyboards für die Simulation des Elektronentransports bei der Fotoreaktion (als Hausaufgabe möglich) **Modell** für den Stop-Motion Film **App** zur Erstellung des Stop-Motion-Films, z. B. PicPac: https://play.google.com/store/apps/details?id=tv.picpac&hl=de (letzter Zugriff:14.01.2016) **Material: Flash-Animation** zur Fotoreaktion (Universität Wuppertal, Ein Fall für zwei, Link siehe oben)	**Alternative**: Schülervortrag zum Mechanismus der ATP-Synthese Fotoreaktion in der Thylakoidmembran Es werden einheitliche Kriterien zum Schülervortrag und zur Bewertung eines Schülervortrags vereinbart. Die SuS können die Informationen zur Fotoreaktion anstelle des Informationstextes auch mit Hilfe des Schulbuches und weiterer Literaturquellen erarbeiten.
Glucose – *Wie wird aus Kohlen-*	erläutern den Zusammenhang zwi-	**Arbeitsblatt** zu den Experimenten	Die Begriffswendung „lichtunabhängi-

Mögliche *didaktische Leitfragen/* Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
stoffdioxid ein C6-Körper synthetisiert? • Experimente von HILL • Calvin-Zyklus	schen Fotoreaktion und Synthesereaktion und ordnen die Reaktionen den unterschiedlichen Kompartimenten des Chloroplasten zu (UF1, UF3). leiten aus Forschungsexperimenten zur Aufklärung der Fotosynthese zu Grunde liegende Fragestellungen und Hypothesen ab (E1, E3, UF2, UF4).	von HILL **Informationstext** zur Erstellung eines Storyboards für die Simulation des Calvin-Zyklus in der Synthesereaktion (als Hausaufgabe möglich) **Modell** für den Stop-Motion Film **App** zur Erstellung des Stop-Motion-Films (z. B. PicPac) **Material: Flash-Animation** zur Synthesereaktion (Universität Wuppertal, Ein Fall für zwei, Link siehe oben) **Arbeitsblatt** zum Experiment: Zusammenwirken verschiedener Komponenten (u. a. Thylakoidmembran, Stroma) bei der Fotosynthese (vgl. Schulbücher)	ge Reaktion“ ist nicht zutreffend, da auch die Synthesereaktion von Licht abhängig von ist. Als Alternative zum Storyboard bereiten die SuS einen Schülervortrag mit einer selbstständig erstellten Informationsseite zum Calvin-Zyklus vor. Es ist möglich, die Versuchsanordnung dieses Experiments vorzugeben und die Hypothesen über die Versuchsergebnisse begründet formulieren zu lassen.

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- **Versuchsprotokoll** zur Fehleranalyse
- **Datenanalyse**
- **Stop-Motion-Film** zur Fehleranalyse

Leistungsbewertung:

- Bewertung von **Versuchsprotokollen**
- **Stop-Motion-Film** nach vorgegebenen Kriterien
- **Storyboard** nach vorgegebenen Kriterien
- ggf. **Schülervorträge**,
  mögliche Checkliste zur Beurteilung:
  http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialeintrag.php?matId=5003&marker=Referate

- ggf. **Klausur**
- ggf. **Facharbeit**

Unterrichtsvorhaben VIII

Thema / Kontext: Zyklische und sukzessive Veränderungen von Ökosystemen – *Welchen Einfluss hat der Mensch auf die Dynamik von Ökosystemen?*

Inhaltsfeld 5: Ökologie

Inhaltlicher Schwerpunkt:

- Mensch und Ökosysteme
- Dynamik von Populationen[1)]

Zeitbedarf: ca. 9 Std. à 45 Minuten

[1)] Im Vergleich zum veröffentlichten schulinternen Beispiellehrplan (siehe Lehrplannavigator) wird „Dynamik von Populationen“ zusätzlich als inhaltlicher Schwerpunkt aufgenommen.

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können…

- **UF2*** zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden.
- **K4** sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen oder widerlegen.
- **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.
- **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,

* Diese übergeordnete Kompetenzerwartung findet sich nicht in den aufgeführten *konkretisierten* Kompetenzerwartungen, sie wird aber im vorliegenden konkretisierten Unterrichtsvorhaben durch die methodisch-didaktische Umsetzung im Unterricht schwerpunktartig angesteuert.

Im Vergleich zum veröffentlichten schulinternen Beispiellehrplan (siehe Lehrplannavigator) wird **E5** neu als Schwerpunkt aufgenommen.

Mögliche *didaktische Leitfragen/* Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Welche Bedeutung haben invasive Arten für ein Ökosystem? • Neobiota (Neozoen, Neophyten, Neomyceten) • Logistisches und exponentielles Wachstum • Naturschutz	recherchieren Beispiele für die biologische Invasion von Arten und leiten Folgen für das Ökosystem ab (K2, K4). entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1, E5). beschreiben die Dynamik von Populationen in Abhängigkeit von dichteabhängigen und dichteunabhängigen Faktoren (UF1). diskutieren Konflikte zwischen der Nutzung natürlicher Ressourcen und dem Naturschutz (B2, B3).	**Kartenabfrage** **Internetrecherche** zu Neobiota **Informationsblatt** mit Kriterien zum Aufbau eines sinnvollen Faltblatts (Kriterien wie Verbreitung, Gefährdung der Biodiversität und Sofortmaßnahmen) **Faltblatt** zu Neobiota in arbeitsteiliger Gruppenarbeit **Präsentation** der ausgewählten Neobiota **Methodendiskussion** zur Funktionalität der Sofortmaßnahme	Die SuS überprüfen vorab über eine Kartenabfrage (vgl. Unterrichtsvorhaben IV) ihr bisher erworbenes ökologisches Wissen.

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- **Kartenabfrage** zu Fachbegriffen
- **Methodendiskussion** nach vorgegebenen Kriterien
- Erstellung eines **Faltblattes** nach vorgegebenen Kriterien

Leistungsbewertung:

- ggf. **Klausur**
- Bewertung der **Faltblätter** nach vorgegebenen Kriterien

Grundkurs – Q 2:

Hinweis: Thema, Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte und Kompetenzen hat die Fachkonferenz der Beispielschule verbindlich vereinbart. In allen anderen Bereichen sind Abweichungen von den vorgeschlagenen Vorgehensweisen bei der Konkretisierung der Unterrichtsvorhaben möglich. Darüber hinaus enthält dieser schulinterne Lehrplan in den Kapiteln 2.2 bis 2.4 übergreifende sowie z.T. auch jahrgangsbezogene Absprachen zur fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit, zur Leistungsbewertung und zur Leistungsrückmeldung. Je nach internem Steuerungsbedarf können solche Absprachen auch vorhabenbezogen vorgenommen werden.

Inhaltsfeld: IF 6 (Evolution)

- **Unterrichtsvorhaben I**: Evolution in Aktion – *Welche Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel?*
- **Unterrichtsvorhaben II:** Evolution von Sozialstrukturen – *Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?*
- **Unterrichtsvorhaben III:** Humanevolution – *Wie entstand der heutige Mensch?*

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Grundlagen evolutiver Veränderung
- Art und Artbildung
- Evolution und Verhalten
- Evolution des Menschen
- Stammbäume

Basiskonzepte:

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

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

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

Zeitbedarf: ca. 32 Std. à 45 Minuten

2.1.2 Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung

<table>
<tr><td colspan="4">Unterrichtsvorhaben I:
Thema/ Kontext I: Evolution in Aktion - Welche Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel?</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfelder: Evolution</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
• Grundlagen evolutiver Veränderung
• Artbegriff und Artbildung
• Stammbäume (Teil1)

Zeitaufwand: ca. 16 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Die Schülerinnen und Schüler können …
• UF1 biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern.
• UF3 biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen.
• K4 sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.

Statt der hier in Übereinstimmung mit dem Beispiel für einen schulinternen Lehrplan im Netz aufgeführten übergeordneten Kompetenzen können auch die folgenden übergeordneten Kompetenzen schwerpunktmäßig angesteuert werden: UF1, E5, K3</td></tr>
<tr><td>Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</td><td>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans
Die Schülerinnen und Schüler …</td><td>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</td><td>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</td></tr>
<tr><td>Welche genetischen Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel?

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

<u>erläutern den Einfluss der Evolutionsfaktoren (Mutation, Rekombination, Selektion, Gendrift) auf den Genpool der Population (UF4, UF1).</u></td><td>Bausteine für advance organizer

Materialien zur genetischen Variabilität und ihren Ursachen. Beispiel: Hainschnirkelschnecken
concept map

Lerntempoduett zu abiotischen und biotischen Selektionsfaktoren</td><td>Advance organizer wird aus vorgegebenen Bausteinen zusammengesetzt.
An vorgegebenen Materialien zur genetischen Variabilität wird arbeitsgleich gearbeitet.
Auswertung als concept map

Ein Expertengespräch wird entwickelt.</td></tr>
</table>

		(Beispiel: Birkenspanner, Kerguelen-Fliege) **Gruppengleiches Spiel** zur Selektion	Das Spiel wird durchgeführt und ausgewertet; eine Reflexion wird vorgenommen.
Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen? • Isolationsmechanismen • Artbildung	erklären Modellvorstellungen zu allopatrischen und sympatrischen Artbildungsprozessen an Beispielen (E6, UF1).	kurze **Informationstexte** zu Isolationsmechanismen **Karten mit Fachbegriffen** **Zeitungsartikel** zur sympatrischen Artbildung	Je ein zoologisches und ein botanisches Beispiel pro Isolationsmechanismus werden verteilt. Eine tabellarische Übersicht wird erstellt und eine Definition zur allopatrischen Artbildung wird entwickelt. Unterschiede zwischen sympatrischer und allopatrischer Artbildung werden erarbeitet.
Welche Ursachen führen zur großen Artenvielfalt? • Adaptive Radiation	stellen den Vorgang der adaptiven Radiation unter dem Aspekt der Angepasstheit dar (UF2, UF4).	**Bilder und Texte** zum Thema „Adaptive Radiation der Darwinfinken“ **bewegliches Tafelbild** **Evaluation**	Ein Konzept zur Entstehung der adaptiven Radiation wird entwickelt. Ergebnisse werden mit flexibel gestaltbaren Präsentationen an der Tafel dargestellt. Fragenkatalog zur Selbst- und Fremdkontrolle wird selbstständig erstellt. **Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:** **selbstständiges Erstellen eines Evaluationsbogens**

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).	**Realobjekt**: Ameisenpflanze **Texte und Schemata** zur Kosten-Nutzen-Analyse **mediengestützte Präsentationen** **Kriterienkatalog** zur Beurteilung von Präsentationen **Lerntheke** zum Thema „Schutz vor Beutegreifern“ **Filmanalyse**	Eine Kosten-Nutzen-Analyse wird erstellt. Anhand einer selbst gewählten medialen Darstellung werden verschiedene Beispiele der Coevolution präsentiert. Mittels inhalts- und darstellungsbezogenenem Kriterienkatalog werden Präsentationen beurteilt. Anhand unterschiedlicher Beispiele wird der Schutz vor Beutegreifern (Mimikry, Mimese, etc.) unter dem Aspekt des evolutionären Wandels von Organismen erarbeitet. Fachbegriffe werden den im Film aufgeführten Beispielen zugeordnet. **Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:** **Einsatz eines Kriterienkatalogs zur Beurteilung von Präsentationen**
Wie lassen sich die evolutiven Mechanismen in einer Theorie zusammenfassen? • Synthetische Evolutionstheorie	stellen die synthetische Evolutionstheorie zusammenfassend dar (UF2, UF4).	**Informationstext** **Strukturlegetechnik** zur synthetischen Evolutionstheorie	Die Faktoren, die zur Entwicklung der Evolutionstheorie führten, werden mithilfe einer Textsammlung aus Schulbüchern kritisch analysiert. Eine vollständige Definition der Synthetischen Evolutionstheorie wird erarbeitet.

Was deutet auf verwandtschaftliche Beziehungen von Lebewesen hin? • Belege für die Evolution • konvergente und divergente Entwicklung	stellen Belege für die Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie (u.a. Molekularbiologie) adressatengerecht dar (K1, K3). analysieren molekulargenetische Daten und deuten diese im Hinblick auf die Verbreitung von Allelen und Verwandtschaftsbeziehungen von Lebewesen (E5, E6). deuten Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Merkmalen von Organismen zum Beleg konvergenter und divergenter Entwicklungen (E5, UF3).	**Abbildungen** von Beispielen konvergenter /divergenter Entwicklung und Homologien **Arbeitsteilige Gruppenarbeit** Texte und Abbildungen zu verschiedenen Untersuchungsmethoden: DNA-DNA-Hybridisierung, Aminosäure- und DNA-Sequenzanalysen, etc.	Definitionen werden anhand der Abbildungen entwickelt. Die unterschiedlichen Methoden werden analysiert und vor dem Kurs präsentiert.
Wie lassen sich Verwandtschaftsverhältnisse ermitteln und systematisieren? • Homologien • Grundlagen der Systematik	entwickeln und erläutern Hypothesen zu phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Homologien (E3, E5, K1, K4). beschreiben die Einordnung von Lebewesen mithilfe der Systematik und der binären Nomenklatur (UF1, UF4). erstellen und analysieren Stammbäume anhand von Daten zur Ermittlung von Verwandtschaftsbeziehungen der Arten (E3, E5).	**Daten und Abbildungen** zu morphologischen Merkmalen der Wirbeltiere und der Unterschiede **Ergebnisse/Daten** von molekulargenetischer Analysen **Bilder und Texte** zu Apomorphien und Plesiomorphien und zur Nomenklatur **Lernplakat** mit Stammbaumentwurf **Museumsrundgang**	Daten werden ausgewertet und Stammbäume erstellt. Ergebnisse werden diskutiert.
Diagnose von Schülerkompetenzen: • **KLP-Überprüfungsform: „Darstellungsaufgabe“** (*concept map*, *advance organizer*), Erstellen eines Fragenkatalogs zur Fremd- und Selbstkontrolle			

Leistungsbewertung: • **KLP-Überprüfungsform: „Beurteilungsaufgabe“** • **Ggf.** Klausur

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

- reproduktive Fitness		Ggf. **Powerpoint-Präsentationen** **Beobachtungsbogen**	Präsentationen werden inhalts- und darstellungsbezogen evaluiert.
Wieso gibt es unterschiedliche Sozial- und Paarsysteme? • Paarungssysteme • Habitatwahl	analysieren anhand von Daten die evolutionäre Entwicklung von Sozialstrukturen (Paarungssysteme, Habitatwahl) unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (E5, UF2, UF4, K4).	**Daten aus der Literatur** zum Gruppenverhalten und Sozialstrukturen von Schimpansen, Gorillas und Orang-Utans **Graphiken / Soziogramme** gestufte **Hilfen** zur Erschließung von Graphiken / Soziogrammen **Präsentationen**	Lebensgemeinschaften werden anhand von wissenschaftlichen Untersuchungsergebnissen und grundlegenden Theorien analysiert. Erklärungshypothesen werden veranschaulichend dargestellt. Ergebnisse werden vorgestellt und seitens der SuS inhalts- und darstellungsbezogen beurteilt.

<u>Diagnose von Schülerkompetenzen</u>:
- Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens

<u>Leistungsbewertung:</u>
- **KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“**
- **Ggf.** Klausur

Unterrichtsvorhaben III: Thema/ Kontext: Humanevolution – *Wie entstand der heutige Mensch?*
Inhaltsfeld: Evolution/ Genetik

Inhaltliche Schwerpunkte: • Evolution des Menschen • Stammbäume (Teil 2) **Zeitaufwand:** 8 Std. à 45 Minuten		**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.	
Mögliche didaktische Leitfragen/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Mensch und Affe – wie nahe verwandt sind sie? • Primatenevolution	ordnen den modernen Menschen kriterieengeleitet Primaten zu (UF3). entwickeln und erläutern Hypothesen zu phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Homologien (E3, E5, K1, K4). erstellen und analysieren Stammbäume anhand von Daten zur Ermittlung von Verwandtschaftsbeziehungen von Arten (E3, E5).	verschiedene Entwürfe von **Stammbäumen** der Primaten basierend auf anatomisch-morphologischen Belegen **DNA-Sequenzanalysen** verschiedener Primaten **Tabelle**: Überblick über Parasiten verschiedener Primaten	Daten werden analysiert, Ergebnisse ausgewertet und Hypothesen diskutiert. Auf der Basis der Ergebnisse wird ein präziser Stammbaum erstellt.
Wie erfolgte die Evolution des Menschen? • Hominidenevolution	diskutieren wissenschaftliche Befunde (u.a. Schlüsselmerkmale) und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch-konstruktiv (K4, E7, B4).	**Artikel** aus Fachzeitschriften ***Hot potatoes Quiz***	Vorträge werden entwickelt und vor der Lerngruppe gehalten. Der Lernzuwachs wird mittels Quiz kontrolliert. **Verbindlicher Beschluss**

			der Fachkonferenz: Bewerten der Zuverlässigkeit von wissenschaftlichen Quellen/ Untersuchungen
Wieviel Neandertaler steckt in uns? • *Homo sapiens sapiens* und Neandertaler	diskutieren wissenschaftliche Befunde (u.a. Schlüsselmerkmale) und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch-konstruktiv (K4, E7, B4).	**Materialien zu molekularen Untersuchungsergebnissen** (Neandertaler, Jetztmensch)	Wissenschaftliche Untersuchungen werden kritisch analysiert.
Wie lässt sich Rassismus biologisch widerlegen? • Menschliche Rassen gestern und heute	Bewerten die Problematik des Rasse-Begriffs beim Menschen aus historischer und gesellschaftlicher Sicht und nehmen zum Missbrauch dieses Begriffs aus fachlicher Perspektive Stellung (B1, B3, K4).	**Texte** zu historischem und gesellschaftlichem Missbrauch des Rassebegriffs. **Podiumsdiskussion** **Kriterienkatalog** zur Auswertung von Podiumsdiskussionen	Argumente werden mittels Belegen aus der Literatur erarbeitet und diskutiert. Die Podiumsdiskussion wird anhand des Kriterienkatalogs reflektiert.
Diagnose von Schülerkompetenzen: • „Hot Potatoes“-Quiz zur Selbstkontrolle, **KLP-Überprüfungsform: „Beobachtungsaufgabe“** (Podiumsdiskussion) Leistungsbewertung: • **KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe** (angekündigte schriftliche Übung)			

Grundkurs – Q 2:

Hinweis: Thema, Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte und Kompetenzen hat die Fachkonferenz der Beispielschule verbindlich vereinbart. In allen anderen Bereichen sind Abweichungen von den vorgeschlagenen Vorgehensweisen bei der Konkretisierung der Unterrichtsvorhaben möglich. Darüber hinaus enthält dieser schulinterne Lehrplan in den Kapiteln 2.2 bis 2.4 übergreifende sowie z.T. auch jahrgangsbezogene Absprachen zur fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit, zur Leistungsbewertung und zur Leistungsrückmeldung. Je nach internem Steuerungsbedarf können solche Absprachen auch vorhabenbezogen vorgenommen werden.

Inhaltsfeld 4: Neurobiologie

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

- **Unterrichtsvorhaben V:** Das formbare Gehirn - *Welche Rolle spielen funktionelle und strukturelle Plastizität für Lernen und Gedächtnis?*

Inhaltliche Schwerpunkte:

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

Basiskonzepte:

System
Neuron, Membran, Ionenkanal, Synapse, Gehirn, Rezeptor

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

Entwicklung
Neuronale Plastizität

Zeitbedarf: ca. 28 Std. (45 Std.) à 45 Minuten

2.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben für die Qualifikationsphase 2

<table>
<tr><td colspan="2">Unterrichtsvorhaben IV

Thema/Kontext: Molekulare und zellbiologische Grundlagen der Informationsverarbeitung und Wahrnehmung – Wie wird aus einer durch einen Reiz ausgelösten Erregung eine Wahrnehmung?</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltsfeld 4: Neurobiologie</td></tr>
<tr><td>Inhaltliche Schwerpunkte:

• Aufbau und Funktion von Neuronen

• Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung

Zeitbedarf: ca. 16 Std. (30 Std.) à 45 Minuten

Grau unterlegte Passagen zeigen ein Additum von Unterrichts-gegenständen, Materialien und Methoden für Schulen auf, die dem Inhaltsfeld Neurobiologie mehr Stunden zuordnen möchten, wenn sie im Vergleich zum Beispielcurriculum im Internet an ihrer Schule bezogen auf die Inhaltsfelder andere Schwerpunkte setzen.</td>
<td>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.
• 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.</td></tr>
</table>

Mögliche *didaktische Leitfragen/* Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenz-erwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Neuronale Regulation - *Wie reagiert der Körper auf verschiedene Reize?* • zentrales Nervensystem, peripheres Nervensystem (vegetatives NS und somatisches NS • vegetatives NS – Sympathikus und Parasympathikus • Reiz-Reaktionsschema	erklären die Rolle von Sympathikus und Parasympathikus bei der neuronalen und hormonellen Regelung von physiologischen Funktionen an einem Beispielen (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 **Linealexperiment** in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern **Legekarten** zur Erstellung eines Reiz-Reaktions-Schemas: http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialeintrag.php?matId=5365&marker=Reiz	SuS ermitteln den funktionellen Zusammenhang zwischen Afferenz und Efferenz. Anknüpfung an Sekundarstufe I-Kenntnisse
Das Neuron - *Wie wird ein Reiz im Neuron verarbeitet?* • Aufbau und Funktion eines Neurons	beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1).	**Arbeitsmaterial** zum Bau eines Wirbeltierneurons: http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialeintrag.php?matId=5371&marker=neuron	SuS knüpfen an Vorwissen aus der Sekundarstufe I an und erweitern und vertiefen ihre Kenntnisse zum Aufbau und der Funktion eines Neurons.

Mögliche *didaktische Leitfragen/* Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenz-erwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
• Bioelektrizität • Ruhepotential • Aktionspotential • Erregungsleitung	erklären die Weiterleitung des Aktionspotentials an myelinisierten Axonen (UF1).	**Schaumodell und Legekarten** zur Simulation des elektrischen und chemischen Potentials zur Einführung des Ruhepotentials **Arbeitsblatt** zu den Vorgängen am Axon während eines Aktionspotentials **Modelldarstellung** zur saltatorischen Erregungsleitung nach Prof. Frings: http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/list.php?suche=bioelektrizit%E4t **Selbstlernplattform** von Mallig http://www.mallig.eduvinet.de/bio/neuron/neuro10.htm	SuS lernen durch den Einsatz eines beweglichen Modells die Grundlagen der Bioelektrizität in Abhängigkeit von der Ionenbeweglichkeit und dem Konzentrationsgradienten kennen. Die Verwendung der Arbeitsblätter aus dem LK zu den Experimenten von VON HELMHOLTZ zur Leitungsgeschwindigkeit im Axon und Untersuchungen von HODGKIN und HUXLEY an Riesenaxonen des *Loligo* ist auch im Grundkurs empfehlenswert. Das Material von Prof. Frings ist hervorragend zur Simulation der Erregungsleitung geeignet und bietet die Möglichkeit zur Modellkritik in Bezug auf die Lokalisation des Aktionspotentials.
Die Synapse – *Wie wird das Signal von Neuron zu Neuron und vom Neuron zum Muskel übertragen?* • Aufbau und Funktion einer chemischen Synapse • Verschaltung von Neuronen • erregende und hemmende	erläutern die Verschaltung von Neuronen bei der Erregungsweiterleitung und der Verrechnung von Potentialen mit der Funktion der Synapsen auf molekularer Ebene (UF1, UF3).	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	SuS gewinnen einen ersten Eindruck von der Verschaltung von Neuronen und von der strukturellen und funktionalen Plastizität neuronaler Strukturen. SuS lernen die Unterschiede zwischen zeitlicher und räumlicher Summation kennen.

Mögliche *didaktische Leitfragen/* Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenz-erwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Synapsen		Summation.	
• Frequenz- und Amplitudenmodulation	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).	**Arbeitsblatt** zu den verschiedenen Potentialarten: http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialeintrag.php?matId=5372&marker=Potentialarten	SuS differenzieren zwischen Aktionspotential, erregendem postsynaptischen Potential und Endplattenpotential
• Verrechnung von Potentialen (EPSP und IPSP)		**Arbeitsblatt** mit Übungsaufgaben zur neuronalen Verrechnung unter Berücksichtigung von EPSP und IPSP	SuS ordnen Ableitungen zu den verschiedenen Stellen im Perikaryon und Axon zu und bilden Hypothesen zu den Spannungsverläufen an ausgewählten Stellen des Neurons.
• endo- und exogene Stoffe	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).	**Informationstexte** und **Mess-daten** zu erregenden und hemmenden Neurotransmittern und zu Eigenschaften von Neurotransmittern	SuS ermitteln die Eigenschaften der Neurotransmitter und präsentieren diese. SuS bearbeiten Texte zu einem hemmenden und einem erregenden Gift unter Berücksichtigung von Dosis-Wirkungsbeziehungen (Antidot-Wirkungen).
		Informationsblatt zur Methode des Lerntempoduetts **Lerntempoduett** (oder **Lerntempoquartett)** zu den Angriffspunkten verschiedener	Die SuS arbeiten bei dieser Methode mit ihren individuellen Lerntempi. Die Methode ist besonders geeignet für in Länge und Schwierigkeitsgrad gleiche Texte.

Mögliche *didaktische Leitfragen/* Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenz-erwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
		Drogen und Gifte	
Das Auge – *Wie werden optische Reize in elektrische Potentiale übersetzt?* • Aufbau und Funktion des Auges • Fotorezeption Alternativ: Riechen, Schmecken	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 (E&, UF1, UF2, UF4)	**Informationstext** zum Aufbau eines Säugetierauges und zur Funktion der Bestandteile **Arbeitsblatt** zum Aufbau der Netzhaut **Informationsmaterial** zu den Zapfentypen	Die für das Auge formulierte didaktische Leitfrage kann auch auf andere Sinnesorgane übertragen werden.

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- Umgang mit **Modellen**

Leistungsbewertung:

- ggf. angekündigte **schriftliche Übungen**
- ggf. **Klausur**

Unterrichtsvorhaben V

Thema/Kontext: Das formbare Gehirn - *Welche Rolle spielen funktionelle und strukturelle Plastizität für Lernen und Gedächtnis?*

Inhaltsfeld 4: Neurobiologie

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Plastizität und Lernen

Zeitbedarf: ca. 12 Std. (15 Std.) à 45 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.
- **K1** bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden.
- **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 Problem-lösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.

Im Vergleich zum veröffentlichten schulinternen Beispiellehrplan (siehe Lehrplannavigator) werden **B1 - B4** zusätzlich als Schwerpunkte aufgenommen.

Mögliche *didaktische Leitfragen*/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenz-erwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methode**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Das Gehirn – *Wie erfolgt die Informationsverarbeitung und -speicherung?* • Bau des Gehirns • Hirnfunktionen	ermitteln mithilfe von Aufnahmen eines bildgebenden Verfahrens Aktivitäten verschiedener Gehirnareale (E5, UF4)	**Modell** des Gehirns **Informationsmaterial** zum Aufbau des Gehirns (funktionelle Anatomie) **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	
• Lernen und Gedächtnis	stellen aktuelle Modellvorstellungen zum Gedächtnis auf anatomisch-physiologischer Ebene dar (K3, B1).	**Informationsmaterialien** zu Modellvorstellungen zum Gedächtnis z.B. auf der Grundlage des **Skripts** „Lernen und Gedächtnis“ (M. BRAND / H. J. MARKOWITSCH) http://www3.hhu.de/biodidaktik/gehirn/doc/markowits.pdf (letzter Zugriff: 16.06.16) **YouTube**, Stichworte: Markowitsch Gedächtnis **Websites:** http://www3.hhu.de/biodidaktik/gehi	Das Skript bietet einen Überblick zu folgenden Aspekten: • zeitliche Einteilung des Gedächtnisses • inhaltliche Einteilung • Einteilung nach beteiligten Prozessen • zelluläre Grundlagen und deren Beeinflussung • Anwendung der Erkenntnisse im Schulalltag

Mögliche *didaktische Leitfragen*/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenz-erwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methode**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
• neuronale Plastizität	erklären die Bedeutung der Plastizität des Gehirns für ein lebens-langes Lernen (UF4).	rn/html/start.htm http://www.gehirnlernen.de/gehirn/plastizit%C3%A4t/ (letzter Zugriff: 12.09.2016) **Tests** zum Lernen und zum Gedächtnis http://braintest.sommer-sommer.com/de/ http://neuronation.spiegel.de/web/testbrain (letzter Zugriff: 19.05.2016)	- Module zum Thema „Lernen aus der Sicht der Neurobiologie“ - ausdruckbare PDF-Dateien - Hinweise auf Fachbücher - wissenschaftliche Informationen zur Plastizität des Gehirns SuS können ihre Gedächtnisleistung selbstständig überprüfen und trainieren.
	recherchieren und präsentieren aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu einer degenerativen Erkrankung (K2, K3).	**Internetrecherche** in arbeitsteiliger Gruppenarbeit nach vorgegebenen Kriterien zum Thema „degenerative Erkrankungen“, z. B. Morbus Alzheimer, Morbus Parkinson, Creutzfeld-Jakob-Krankheit **Partnerarbeit** und anschließende **Präsentation** zu Neuroenhancern als Medikamente gegen Morbus Alzheimer, Demenz, ADHS	SuS fassen aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu verschiedenen degenerativen Erkrankungen zusammen und präsentieren diese Ergebnisse in einer Expertenrunde. SuS lernen die Wirkungsweise von Neuroenhancern kennen.

Mögliche *didaktische Leitfragen/* Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenz-erwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methode**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Teufelswerk oder Heilmittel? *Welche Chancen und Risiken birgt der Einsatz von Neuroenhancern?*	dokumentieren und präsentieren die Wirkung von endo- und exogenen Stoffen auf Vorgänge am Axon, der Synapse und auf Gehirnareale an konkreten Beispielen (K1, K3, UF2). erklären Wirkungen von exogenen Substanzen auf den Körper und bewerten mögliche Folgen für Individuum und Gesellschaft (B3, B4, B2, UF4).	**Zeitungsartikel**, z. B. Gehirndoping - Stoff für´s Gehirn (FAZ 2008) Gehirndoping wird auch in Deutschland immer beliebter (Ärztezeitung 2009) (letzter Zugriff: 19.05.2016) http://www.wissenschaft-schulen.de/sixcms/media.php/1308/UE_Neuro-Enhancement_Ablauf.pdf **Arbeitsblätter dazu:** http://www.wissenschaft-schulen.de/sixcms/media.php/1308/Neuro-Enhancer_AB-L%C3%B6sungen_gesamt.pdf (letzter Zugriff: 19.05.2016) **Pro-Contra Diskussion** zum Neuroenhancement **Anleitung** und **Bewertungsbogen** bei den WIS-Materialien (siehe oben)	Diese Kenntnisse ermöglichen es, eine eigene kritisch reflektierte Position zu beziehen Ausgewählte Zeitungsartikel liefern Informationen und die Basis dafür, dass eine fachlich fundierte Arbeit im Kompetenzbereich Bewertung möglich wird. Die Initiative „Wissenschaft in die Schulen!“ (WIS) bietet eine vollständige Unterrichtsreihe zum Neuro-enhancement an.

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- **Sezieren** mit anschließender Fehleranalyse

- **Kartenabfrage** zum Aufbau des Gehirns
- **Referate,** mögliche Checkliste zur Beurteilung:
  http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialeintrag.php?matId=5003&marker=Referate

Leistungsbewertung:

- ggf. **schriftliche Übungen**
- **Referate**
- **Präsentationen**
- ggf. **Klausur**
- ggf. **Facharbeit**

Grundkurs – Q 1:

Hinweis: Thema, Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte und Kompetenzen hat die Fachkonferenz der Beispielschule verbindlich vereinbart. In allen anderen Bereichen sind Abweichungen von den vorgeschlagenen Vorgehensweisen bei der Konkretisierung der Unterrichtsvorhaben möglich. Darüber hinaus enthält dieser schulinterne Lehrplan in den Kapiteln 2.2 bis 2.4 übergreifende sowie z.T. auch jahrgangsbezogene Absprachen zur fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit, zur Leistungsbewertung und zur Leistungsrückmeldung. Je nach internem Steuerungsbedarf können solche Absprachen auch vorhabenbezogen vorgenommen werden.

Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)

- **Unterrichtsvorhaben I**: Humangenetische Beratung – *Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf?*

- **Unterrichtsvorhaben II:** Modellvorstellungen zur Proteinbiosynthese – *Wie steuern Gene die Ausprägung von Merkmalen, welche regulatorischen Proteine und Prozesse kontrollieren die Genexpression und welche Konsequenzen haben Veränderungen der genetischen Strukturen für einen Organismus?*

- **Unterrichtsvorhaben III:** Angewandte Genetik – *Welche Chancen und welche Risiken bestehen?*

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Meiose und Rekombination
- Analyse von Familienstammbäumen
- Proteinbiosynthese
- Genregulation
- Gentechnik
- Bioethik

Basiskonzepte:

System
Merkmal, Gen, Allel, Genwirkkette, DNA, Chromosom, Genom, Rekombination, Stammzelle

Struktur und Funktion
Proteinbiosynthese, Genetischer Code, Genregulation, Transkriptionsfaktor, Mutation, Proto-Onkogen, Tumor-Suppressorgen, DNA-Chip

Entwicklung
Transgener Organismus, Epigenese, Zelldifferenzierung, Meiose

Zeitbedarf: ca. 45 Std. à 45 Minuten

2.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben für die Qualifikationsphase 1

Grundkurs

<table>
<tr><td colspan="2">Unterrichtsvorhaben I

Thema/Kontext: Humangenetische Beratung – Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden und welche ethischen Konflikte treten dabei auf?</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltsfeld 3: Genetik</td></tr>
<tr><td>Inhaltliche Schwerpunkte:

• Meiose und Rekombination
• Analyse von Familienstammbäumen
• Bioethik

Zeitbedarf: ca. 16 Std. à 45 Minuten</td><td>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können…

• E5 Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.

• K2 zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen.

• B3 an Beispielen von Konfliktsituationen mit biologischem Hintergrund kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten.

Statt der hier aufgeführten übergeordneten Kompetenz B3 (vgl. schulinterner Beispiellehrplan im Lehrplannavigator) kann auch schwerpunktmäßig die übergeordnete Kompetenz B4 angesteuert werden, wenn im Unterrichtsvorhaben III die Kompetenz B3 als Schwerpunkt gesetzt wurde (siehe beispielhaftes Unterrichtsvorhaben III im vorliegenden Dokument).
Das bereits veröffentlichte Unterrichtsvorhaben I (siehe Lehrplannavigator) wurde weiterentwickelt und um neue Materialien bzw. Hinweise auf verfügbare Hilfen und Quellen ergänzt.</td></tr>
</table>

Mögliche didaktische Leitfragen/ **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte**	**Konkretisierte Kompetenz-erwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmer-kungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Einstieg über genetisch bedingte Krankheiten Reaktivierung des SI-Wissens Individualentwicklung von der Zygote bis zum Erwachsenen - Ontogenie		*Auf die im Folgenden genannten Internetquellen wurde letztmalig am 04.09.2015 zugegriffen.* **Poster** „menschlicher Entwicklungs-zyklus“ ***advance organizer*** https://www.bpb.de/lernen/grafstat/148853/advance-organizer **Karyogramm** **Film** (FWU): Chromosomen des Menschen – Erbkrankheiten und Karyogramm Sequenz: Das Karyogramm des Menschen	 SI-Wissen wird reaktiviert. Die Bundeszentrale für politische Bildung bietet didaktische Hinweise zum Einsatz der Methode an. Zur Veranschaulichung von Haploi-die und Diploidie sowie zur Geschlechtsbestimmung wird ein Karyogramm analysiert.
Wie werden die Keimzellen gebil-det und welche Unterschiede gibt es bei Mann und Frau? • Meiose • Spermatogenese / Oogenese	erläutern die Grundprinzipien der Rekombination (Reduktion und Neukombination der Chromoso-men) bei Meiose und Befruchtung (UF4).	**Modell**: Pfeifenreiniger, Knetgummi oder andere Materialien **Stop-Motion-Film** zur Meiose http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdaten-bank/nutzersicht/materialeintrag.php?matId=4876&marker=meiose **Arbeitsblätter** **Film** (FWU): Die Zelle: Reifeteilung – Meiose	Zentrale Aspekte der Meiose werden selbstständig wiederholt und geübt.

Mögliche didaktische Leitfragen/ **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Wie entsteht genetische Vielfalt? • Inter- und intrachromosomale Rekombination		**Selbstlernplattform** von Mallig: http://www.mallig.eduvinet.de/bio/Repetito/Meiose1.html	Theoretisch mögliche Rekombinationen werden ermittelt.
Welcher Zusammenhang besteht zwischen Vererbungsmustern und genetisch bedingten Krankheiten und welche Folgen ergeben sich daraus für die folgenden Generationen? • Erbgänge/Vererbungsmodi • Genetisch bedingte Krankheiten, z.B. ○ Mukoviszidose (Cystische Fibrose): autosomal rezessiv ○ Muskeldystrophie Duchenne: x-chromosomal rezessiv ○ Chorea Huntington: autosomal dominant	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).	**Checkliste** zum methodischen Vorgehen bei einer Stammbaumanalyse **EIBE** (European Initiative for Biotechnology Education): Probleme in der Humangenetik → **Arbeitsblätter** und methodische Anleitung: http://archiv.ipn.uni-kiel.de/eibe/UNIT04DE.PDF **Selbstlernplattform** von Mallig: http://www.mallig.eduvinet.de/bio/Repetito/Banaly1.html **Film** (FWU): Chromosomen des Menschen – Erbkrankheiten und Karyogramm	**Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:** **Die Auswertung von humangenetischen Stammbäumen wird im Unterricht an mehreren Beispielen geübt.** Prognosen zur Wahrscheinlichkeit des Auftretens genetisch bedingter Krankheiten werden aufgestellt und als Entscheidungshilfe für einen möglichen Kinderwunsch genutzt.
Welche therapeutischen Ansätze ergeben sich aus der Stammzellenforschung? • Gentherapie • Zelltherapie	recherchieren Unterschiede zwischen embryonalen und adulten Stammzellen und präsentieren diese unter Verwendung geeigneter Darstellungsformen (K2, K3).	**Recherche** zu embryonalen und adulten Stammzellen und damit verbundenen therapeutischen Ansätzen in unterschiedlichen, von der Lehrkraft ausgewählten Quellen **Checkliste:** Welche Quelle ist neutral und welche nicht?	An dieser Stelle kann auf das korrekte Belegen von Text- und Bildquellen eingegangen werden, auch im Hinblick auf die Facharbeit. Objektive und subjektive, ggf. manipulierende Quellen werden kriteriengeleitet mithilfe von Checklisten reflektiert.

Mögliche didaktische Leitfragen/ **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
	stellen naturwissenschaftlich-gesellschaftliche Positionen zum therapeutischen Einsatz von Stammzellen dar und beurteilen Interessen sowie Folgen ethisch (B3, B4).	Mögliche **Checkliste** zur Bewertung von Internetquellen für Schülerinnen und Schüler: http://guentherneumann.de/Handreichungen/Recherche_2.pdf **Checkliste:** richtiges Zitieren aus Internetquellen und Fachliteratur **Zitiermerkblatt** der Universität Bielefeld http://www.uni-biele-feld.de/erziehungswissenschaft/app/dokumen-te/ZitiermerkblattStand10.pdf **Dilemma-Methode** **Google**, Stichworte: Dilemma-Methode im Unterricht **Arbeitsblatt** zu einer Dilemma-Methode zur ethischen Urteilsbildung **Stufenmodell** ethischer Urteilsbildung nach Tödt http://www.biosicherheit.de/pdf/schule/kopiervorl_ethik.pdf	Am Beispiel des Themas „Dürfen Embryonen als Forschungsmaterial verwendet werden, um Krankheiten zu heilen?“ kann die Methode einer Dilemma-Diskussion durchgeführt und als Methode reflektiert werden. Schrittweise Erarbeitung und Hilfen zur eigenen Urteilsbildung auf ethischer Grundlage

Diagnose von Schülerkonzepten und -kompetenzen

- **Selbstevaluationsbogen** mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsvorhabens
- **Begriffliche Netzwerke**
- **Stop-Motion-Film** zur Fehleranalyse
- Anfertigen von **Pfeifenreiniger- oder Knetgummi-Modellen**

Leistungsbewertung:

- angekündigte **schriftliche Übungen** zu Meiose / Karyogrammen / Stammbaumanalyse in Form von einfachen **Multiple-Choice-Tests** und **Feedback-Bögen**
- **Ggf. Klausur**
- **Ggf. Facharbeit**
- **Stop-Motion-Film** nach vorgegebenen Kriterien

<table>
<tr><td colspan="2">Unterrichtsvorhaben II

Thema / Kontext: Modellvorstellungen zur Proteinbiosynthese – Wie steuern Gene die Ausprägung von Merkmalen, welche regulatorischen Proteine und Prozesse kontrollieren die Genexpression und welche Konsequenzen haben Veränderungen der genetischen Struktur für einen Organismus?</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltsfeld 3: Genetik</td></tr>
<tr><td>Inhaltliche Schwerpunkte:

• Proteinbiosynthese

• Genregulation

Zeitbedarf: ca. 18 Std. à 45 Minuten</td><td>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 Entscheidungen begründen.

• UF4 Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.

• E6 Anschauungsmodelle entwickeln sowie mit Hilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen.</td></tr>
</table>

Mögliche didaktische Leitfragen/ **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Wie beeinflussen Gene Reaktionsschritte und welche Folgen ergeben sich daraus? • Genwirkkette • Ein-Gen-Ein-Polypeptid-Hypothese	erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp (u. a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4).	*Auf die im Folgenden genannten Internetquellen wurde letztmalig am 04.09.2015 zugegriffen.* **Tafelmodell**: begriffliche Ordnung im Sinne eines Reaktionsschemas **Informationen** zur Mukoviszidose: http://muko.info/ **Film** (FWU): Chromosomen des Menschen, Sequenz zur Mukoviszidose **Arbeitsteilige Gruppenarbeit** und Präsentationen zu weiteren Genwirkketten	Am Beispiel der Mukoviszidose können krankhafte Merkmalsausprägungen veranschaulicht werden. . Genwirkketten können an den Beispielen Albinismus, Kretinismus (Hypothyreose), Alkaptonurie und Phenylketonurie dargestellt werden.
Wie steuern Gene die Ausprägung von Merkmalen? • Proteinbiosynthese ○ Genetischer Code ○ Transkription ○ Translation • Vergleich der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten	vergleichen die molekularen Abläufe in der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten (UF1, UF3). erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Genmutationen (UF1, UF2).	***concept map*** zur DNA **Schematische Darstellungen** der an der Proteinbiosynthese beteiligten Organellen und Moleküle in einer Zelle unter Berücksichtigung des Vergleichs der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten	Der Aufbau und die Funktion der DNA (Einführungsphase, Inhaltsfeld 1: Biologie der Zelle) werden kurz wiederholt. Anwendung der Code-Sonne und Ermittlung der Eigenschaften des genetischen Codes in Gruppenarbeit Darstellung des Vergleichs in Tabellenform

Mögliche didaktische Leitfragen/ **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
		http://www.ngfn.de/index.php/von_der_erbinformation_zum_protein.html **Film** (FWU): Grundlagen der Genetik **EIBE:** Mikroorganismen und Moleküle ⇨ **Materialien und methodische Anleitungen:** http://archiv.ipn.uni-kiel.de/eibe/UNIT01DE.PDF **Checkliste**: wissenschaftlicher Schreibstil https://www.hf.uni-koeln.de/data/eso24/File/Reader%20zum%20wissenschaftlichen%20Arbeiten.pdf	Die animierten Vorgänge der Proteinbiosynthese können von den Schülerinnen und Schülern bei stumm geschaltetem Ton erläutert werden. An dieser Stelle kann das „Wissenschaftliche Schreiben“ für eine Facharbeit geübt werden.
Wie wirken sich Veränderungen im genetischen Code aus? • Mutagene • Onkogene • Auswirkungen und Reparatur von Mutationen • Genwirkkette	erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Genmutationen (UF1, UF2). <u>erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp (u. a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4).</u>	**Arbeitsblatt:** Beispiel „Mondscheinkinder“ **Material:** DNA-Sequenzen, Code-Sonne	DNA-Sequenzen zu bereits bekannten genetisch bedingten Krankheiten werden im Hinblick auf zugrunde liegende Mutationen und deren Auswirkungen auf den Stoffwechsel analysiert.

Mögliche didaktische Leitfragen/ **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
	erklären mithilfe eines Modells die Wechselwirkung von Proto-Onkogenen und Tumor-Suppressorgenen auf die Regulation des Zellzyklus und erklären die Folgen von Mutationen in diesen Genen (E6, UF1, UF3, UF4).	http://www.wissenschaft-schulen.de/alias/material/impfen-gegen-krebs-ist-krebs-ansteckend/1051409 **Informationsmaterial** zu DNA-Reparaturmechanismen und zum Selbstschutz der Zelle	Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten sich Kenntnisse zu Modellvorstellungen zur Entstehung von Krebs. Die Initiative „Wissenschaft in die Schulen!“ bietet eine vollständige Unterrichtsreihe zum Thema Krebs für die Mittel- und Oberstufe an. An dieser Stelle kann auch der Begriff „Transkriptionsfaktor“ eingeführt werden. Kritische Reflexion des eigenen Verhaltens im Hinblick auf vermeidbare Mutagene
Wie wird die Bildung von Proteinen reguliert? • Lac-Operon • Tryp-Operon	erläutern und entwickeln Modellvorstellungen auf der Grundlage von Experimenten zur Aufklärung der Genregulation bei Prokaryoten (E2, E5, E6).	**Checkliste** für die Auswertung von Diagrammen **Kurvendiagramme** zum Bakterienwachstum auf Glucose und Lactose und Funktionsmodell zur Genregulation durch Substratinduktion **Kurvendiagramm** zum Bakterienwachstum auf Tryptophan zur Genregulation durch Endproduktrepression **Rollenspiel** und bewegliches **Tafelmodell**	Rückgriff auf die naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung über die Forschungsfrage, Hypothesenbildung und Ergebnisse. Methodenreflexion zu Diagrammformen Die Vorgänge der Genregulation werden mithilfe eines Rollenspiels und eines beweglichen Tafelmodells dargestellt.

Mögliche didaktische Leitfragen/ **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
• Bakterien als Modellorganismen ○ kurze Generationszeit ○ problemloses Initiieren von Mutationen ○ Integration von neuen Genen ○ direkte phänotypische Ausprägung der Veränderung	begründen die Verwendung bestimmter Modellorganismen (u. a. E. coli) für besondere Fragestellungen genetischer Forschung (E6, E3).	http://www.spektrum.de/lexikon/biologie/modellorganismen/43448	Mithilfe des Artikels aus „Spektrum der Wissenschaft“ erarbeiten die Schülerinnen und Schüler die Bedeutung der Bakterien als Modellorganismen.
Wie wirkt sich die Umwelt auf die Aktivierung von Genen aus? • Epigenetik ○ DNA-Methylierung ○ Histon-Acetylierung	erklären einen epigenetischen Mechanismus als Modell zur Regelung des Zellstoffwechsels (E6).	**Max-Planck-Institut:** http://www.max-wissen.de/public/downloads/Unterrichtsverlauf_BioMax_23 **Material** zur DNA-Methylierung und Histon-Acetylierung als Beispiele für epigenetische Regulationsmechanismen **Beispielorganismen** wie Biene (Königin, Arbeiterin) und Mäuse **Artikel** zur Epigenetik vom Max-Planck-Institut: http://www.max-wissen.de/public/downloads/maxheft5540	Das Max-Planck-Institut bietet zum Epigenom zwei Unterrichtsstunden mit Verlaufsplan an.

Diagnose von Schülerkonzepten und –kompetenzen:

- Vorwissens- und Verknüpfungs**test**
- Kriteriengeleitetes **Rollenspiel** zur Überprüfung der Kenntnisse zur Substratinduktion und Endproduktrepression

Leistungsbewertung:

- **Ggf. Klausur**
- **Ggf. Facharbeit** (siehe: Leitfaden zur Themenvergabe und Bewertungskriterien für Facharbeiten im Fach Biologie).
- **Multiple-Choice –Test**
- verschiedene **Präsentationsmöglichkeiten** (z. B. Stehgreif-Referat, Kurzvorträge, Powerpoint-Präsentation, Prezi etc.), Rollenspiel

Unterrichtsvorhaben III **Thema / Kontext:** Angewandte Genetik – *Welche Chancen und welche Risiken bestehen?*	
Inhaltsfeld 3: Genetik	
Inhaltliche Schwerpunkte: • Gentechnik • Bioethik **Zeitbedarf**: ca. 11 Std. à 45 Minuten	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** **Die Schülerinnen und Schüler können…** • **K2** zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen. • **B1** fachliche, wirtschaftlich-politische und moralische Kriterien bei Bewertungen von biologischen und biotechnischen Sachverhalten unterscheiden und angeben. • **B4** begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten. Statt der hier aufgeführten übergeordneten Kompetenzen **K2** und **B4** (vgl. schulinterner Beispiellehrplan im Lehrplannavigator) können auch schwerpunktmäßig die folgenden übergeordneten Kompetenzen angesteuert werden**: K1, E4** und **B3.**

Mögliche didaktische Leitfragen/ **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte**	**Konkretisierte Kompetenz-erwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmer-kungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Wie werden DNA-Sequenzen amplifiziert und geordnet? • PCR • Sequenzierung nach Sanger • Gelelektrophorese *Wie kann die DNA typisiert wer-den?* • Genetischer Fingerabdruck	erläutern molekulargenetische Ver-fahren (u. a. PCR, Gelelektropho-rese) und ihre Einsatzgebiete (E4, E2, UF1).	*Auf die im Folgenden genannten Internetquellen wurde letztmalig am 04.09.2015 zugegriffen* **Präsentation** zur PCR und Gel-elektrophorese des deutschen Hygienemuseums aus Dresden (pdf-Format) **Google**, Stichworte: Hygienemuse-um Dresden PCR Kurze **Flash-Animation** zur PCR: http://www.maxanim.com/genetics/PCR/PCR.htm **Arbeitsblatt:** Kettenabbruch-Methode nach Sanger (fakultativer inhaltlicher Aspekt) **Lehrervortrag:** Von der Kettenab-bruch-Methode zur Hochdurchsatz-Sequenzierung ***advance organizer*** **Informationstexte** zum genetischen Fingerabdruck ***YouTube,*** Stichworte: genetischer Fingerabdruck – Täter	Einstieg z.B. über einen Kriminalfall Die Animation kann nach Bearbeitung des Themas von den Schülerinnen und Schülern vertont werden. Die PCR und die DNA-Replikation werden tabellarisch miteinander ver-glichen.

Mögliche didaktische Leitfragen/ **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
		EIBE: DNA-Profilanalyse http://archiv.ipn.uni-kiel.de/eibe/UNIT02DE.PDF	
Wie können Gene identifiziert und ihre Aktivität gemessen werden? • DNA – Chips (engl. DNA-Microarray)	geben die Bedeutung von DNA-Chips an und beurteilen Chancen und Risiken (B1, B3).	**Dilemma-Methode (nach Tödt)** **Landesbildungsserver Baden-Württemberg:** http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/biologie/material/zelle/dna1/	An einem ausgewählten Beispiel (Chancen und Risiken von DNA-Chips, Chancen und Risiken von transgenen Lebewesen) wird die Dilemma-Methode durchgeführt.
Wie kann das Erbgut gezielt verändert werden? • Gentechnik	beschreiben molekulargenetische Werkzeuge und erläutern deren Bedeutung für gentechnische Grundoperationen (UF1).	**Lernumgebung GloFish**: http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdaten-bank/nutzersicht/materialeintrag.php?matId=3402&marker=glofish ***concept map***	Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten am Beispiel des rot oder grün leuchtenden Zebrabärblings gentechnische Grundoperationen. Die Schülerinnen und Schüler erstellen concept maps aus Begriffslisten (s. GloFish).
Wie werden gentechnisch veränderte Organismen hergestellt und welche Bedeutung haben sie für den Menschen? • Herstellung und Einsatz transgener Lebewesen	stellen mithilfe geeigneter Medien die Herstellung transgener Lebewesen dar und diskutieren ihre Verwendung (K1, B3).	**Lernumgebung GloFish** oder andere gentechnisch veränderte Organismen **Medien** nach Ermessen der Schülerinnen und Schüler **Präsentation** der Techniken und anschließende **Diskussion**	Die Schülerinnen und Schüler stellen die Herstellung ausgewählter transgener Organismen dar. Darauf folgt eine kriteriengeleitete Pro- und Contra-Diskussion über deren Verwendung.

Mögliche didaktische Leitfragen/ **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte**	**Konkretisierte Kompetenz-erwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmer-kungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
		Methodische Hinweise der Bun-deszentrale für politische Bildung: http://www.bpb.de/lernen/formate/methoden/46892/pro-contra-debatte	

Diagnose von Schülerkonzepten und –kompetenzen:

- **Selbstevaluationsbogen** mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe
- ***concept map***
- ***advance organizer***
- Pro-/Contra-**Diskussion**

Leistungsbewertung:

- **Ggf. Klausur**
- **Ggf. Facharbeit**
- verschiedene **Präsentationsmöglichkeiten** (z. B. Stehgreif-Referat, Kurzvorträge, Powerpoint-Präsentation, Prezi etc.)

Grundkurs – Q 1:

Hinweis: Thema, Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte und Kompetenzen hat die Fachkonferenz der Beispielschule verbindlich vereinbart. In allen anderen Bereichen sind Abweichungen von den vorgeschlagenen Vorgehensweisen bei der Konkretisierung der Unterrichtsvorhaben möglich. Darüber hinaus enthält dieser schulinterne Lehrplan in den Kapiteln 2.2 bis 2.4 übergreifende sowie z.T. auch jahrgangsbezogene Absprachen zur fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit, zur Leistungsbewertung und zur Leistungsrückmeldung. Je nach internem Steuerungsbedarf können solche Absprachen auch vorhabenbezogen vorgenommen werden.

Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)

- **Unterrichtsvorhaben IV**: Autökologische Untersuchungen – *Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf das Vorkommen von Arten?*

- **Unterrichtsvorhaben V:** Synökologie I – *Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?*

- **Unterrichtsvorhaben VI:** Synökologie II – *Welchen Einfluss hat der Mensch auf globale Stoffkreisläufe und Energieflüsse?*

- **Unterrichtsvorhaben VII:** Zyklische und sukzessive Veränderungen von Ökosystemen – *Welchen Einfluss hat der Mensch auf die Dynamik von Ökosystemen*?

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Umweltfaktoren und ökologische Potenz
- Dynamik von Populationen
- Stoffkreisläufe und Energiefluss
- 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. 45 Std. à 45 Minuten

2.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben für die Qualifikationsphase 1

Grundkurs

Die konkrete Ausgestaltung der beispielhaften Unterrichtsvorhaben führte zu einem Gesamtkonzept, bei dem die bisher im Lehrplannavigator veröffentlichte Reihenfolge der Unterrichtsvorhaben verändert wurde (IV → V → VII → VI).

<table>
<tr><td colspan="2">Unterrichtsvorhaben IV

Thema/Kontext: Autökologische Untersuchungen – Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf das Vorkommen von Arten?</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltsfeld 5: Ökologie</td></tr>
<tr><td>Inhaltliche Schwerpunkte:

• Umweltfaktoren und ökologische Potenz

Zeitbedarf: ca. 24 Std. à 45 Minuten</td><td>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können…

• 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.
• E3* mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten.
• 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.
• E7 naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.

* Diese übergeordnete Kompetenzerwartung findet sich nicht in den aufgeführten konkretisierten Kompetenzerwartungen, sie wird aber im vorliegenden konkretisierten Unterrichtsvorhaben durch die methodisch-didaktische Umsetzung im Unterricht schwerpunktartig angesteuert.</td></tr>
</table>

Mögliche *didaktische Leitfragen*/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Reaktivierung des SI-Wissens		**Bilder** zu Waldtypen wie Bergwald, **Bilder** zu Waldtypen wie Laubwald, Regenwald, Nadelwald **Arbeitsblatt**: Stockwerke des Waldes **Google,** Stichworte: Stockwerke des Waldes **Baum(Pflanzen-)kalender** über die Jahreszeit **Baumkalender** mit an ihren Standort angepassten Pflanzen	SI-Wissen wird reaktiviert. SuS ermitteln Kriterien für *eine mind map* wie Zonierung, Lichtverhältnisse, Nährstoffverhältnisse, Artenvorkommen, Funktion, Standort etc.
Im Wald ist es dunkel? • Zonierung eines Laubwaldes • Abiotische Faktoren • Kompensationspunkt	entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1, E5). zeigen den Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von Bioindikatoren und der Intensität abiotischer Faktoren in einem beliebigen Ökosystem (UF3, UF4, E4).	**Exkursion** in einen Laubwald: Zonierungsbeispiel am Laubwald mit **Arbeitsaufträgen** zu methodischen Fragestellungen zur Überprüfung einiger Kriterien der *mind maps* u. a. **Messung** der Lichtintensitäten vor dem Wald und in den verschiedenen Zonen eines Laubwaldes **Ermittlung** der Feuchtigkeit (qualitativ) und der Temperatur **Informationsblatt** mit Kriterien zum Aufbau eines sinnvollen Versuchsprotokolls **Materialien** mit Daten zur relativen Lichtintensität am Waldboden: http://www.payer.de/cifor/cif02081.htm (letzter Zugriff: 11.01.2016)	***Fachlicher Hinweis:*** *Alle didaktischen Leitfragen und inhaltlichen Aspekte können auch am Beispiel eines aquatischen Ökosystems umgesetzt werden.* **Verbindliche Beschlüsse der Fachkonferenz:** • **Die SuS erstellen begleitend zu allen ökologischen Unterrichtsvorhaben ein fachwissenschaftliches Glossar**. • **Die Wald-Exkursion ist fakultativ.** Zentrale Aspekte des Waldes werden selbstständig wiederholt und geübt. Das Beschreiben und Auswerten

Mögliche *didaktische Leitfragen/* Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
	stellen energetische und stoffliche Beziehungen verschiedener Organismen unter den Aspekten von Nahrungskette, Nahrungsnetz und Trophieebene formal, sprachlich und fachlich korrekt dar (K1, K3).	**Arbeitsblatt** mit einem Schema zur Energiepyramide	von Messdaten und Fotos wird geschult. Es wird ein einheitliches Versuchsprotokoll verwendet. Die Versuchsprotokolle können in Form eines Versuchsskripts angelegt werden.
Die abiotischen Faktoren Wasser und Temperatur – *Wie unterscheiden sich Pflanzen in Abhängigkeit von ihrem jeweiligen Standort?* • Abiotische Faktoren • Blatttypen • Standortabhängigkeit	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).	**Mikroskopische Schulbuchaufnahmen** **ggf. Anfertigen mikroskopischer Schnitte** von verschiedenen Blatttypen (Meso-, Xero-, Hydro-, Hygrophyten) **in arbeitsteiliger Gruppenarbeit** **Steckbrief** zum Pflanzentyp unter Berücksichtigung des Standortes und verschiedener Kurvendiagramme (Wasser, Temperatur) in **arbeitsteiliger Gruppenarbeit** **Präsentation** der Ergebnisse	Rückgriff auf den Baumkalender zur Abhängigkeit von abiotischen Faktoren an einem Standort (Wasser, Temperatur, Salzgehalt etc.) und die Messungen im Wald Die SuS nutzen ggf. mikroskopische Schulbuchaufnahmen zum Vergleich.
Licht - ein einschränkender Faktor? • Angepasstheit an verschiedene Lichtverhältnisse im 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-Lebens-	**Datensammlung** zu Lichtverhältnissen im Wald **Messdaten** erfassen, z. B. zur Bestrahlungsintensität in verschiede-	

Mögliche *didaktische Leitfragen*/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
• Abiotische Faktoren • Sukzession	zyklusstrategien ab (E5, UF1, UF2, UF3, K4, UF4). analysieren Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen abiotischen Faktoren (E5).	nen Höhen über das Jahr **Arbeitsblatt** mit Absorptionsspektren (Phycoerythrin und Phycocyan)	Die SuS werten die Absorptionsspektren aus.
Wie wirken sich die Lichtverhältnisse im Jahresrhythmus aus? • Abiotische Faktoren • Jahresrhythmus • Sukzession	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). entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1, E5).	**Daten** zur relativen Lichtintensität im Jahresrhythmus	Der Bezug von Abundanz und Dispersion auf die Populationsdichte und die räumliche Verteilung von Individuen wird deutlich gemacht. Die SuS werten neben reinen Messdaten ebenfalls Fotos aus.
Wie verhält sich das Blatt im Tagesverlauf? • Stomatabewegung • Gasaustausch am Blatt • Blatttypen und Standort	entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1, E5).	**Ein umfangreiches Materialangebot zur Fotosynthese befindet sich in der Materialdatenbank.** **Experiment** zur Stomatabewegung **Untersuchungsmaterial**: Blattober- und -unterseite vom Flammenden	Um optimale Versuchsergebnisse zu erhalten, muss frisches Pflanzenmaterial verwendet werden. Dies gilt insbesondere für die Wasserpflanzen. Die SuS untersuchen die Stomatabewegung unter verschiedenen

Mögliche *didaktische Leitfragen*/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
• Tag-/ Nachtrhythmen • Physiologische Potenz	analysieren Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen abiotischen Faktoren (E5).	Käthchen (*Kalanchoe blossfeldiana*) **Abbildungen** zu Stomata, z. B. REM-Aufnahmen **Bläschenzählmethode** mit der Wasserpest (*Elodea canadensis)* zur Sauerstoffentwicklung in Abhängigkeit vom Licht (z. B. in Abhängigkeit von der Beleuchtungsstärke und der Entfernung der Lichtquelle) (Alternative: **Lehrfilm** zur Fotosynthese bei YouTube) **Experiment**: Entfärbung von Indigokarmin durch die Fotosyntheseaktivität der Wasserpest in Abhängigkeit von der Beleuchtungsstärke (z. B. Tageslicht und OHP-Beleuchtung) **Kurven** zur Temperatur- und Lichtabhängigkeit der Fotosynthese (**Abbildung: Google,** Stichworte: Temperatur und Lichtabhängigkeit der Fotosynthese)	Filtern; sie schulen ihre Fähigkeiten in der Auswertung mikroskopischer Fotos. Die Bläschenzählmethode weist nicht nach, dass es sich um Sauerstoff handelt, sondern zeigt lediglich eine Gasbildung. Deshalb ist ein weiterer eindeutiger Versuch zur Bestimmung des Gases wichtig (→Indigokarmin). Die SuS üben die Analyse und Auswertung von vorgelegten Messdaten. Der Begriff physiologische Potenz wird hier bei der Stomatabewegung und dem Gasaustausch in Abhängigkeit von der Lichtintensität besonders betont.
Licht- und Schattenpflanzen- *Wie hängt die Fotosyntheserate von der Lichtintensität des Standortes ab?* • Abiotische Faktoren • Angepasstheit an den Standort • Ökologische Potenz	analysieren Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen abiotischen Faktoren (E5).	**Arbeitsmaterial** mit Daten und mikrospkopischen Schnitten zu Angepasstheiten an die jeweilige Lebensform zur Abhängigkeit der Fotosyntheserate von der Lichtintensität bei Licht- und Schattenpflanzen	An dieser Stelle wird auf Abbildungen von mikroskopischen Schnitten zurückgegriffen. Die SuS erstellen auf dieser Grundlage eine Tabelle für einen kriteriengeleiteten Vergleich von Licht- und Schattenpflanze (Aspekte: u. a. Blattdicke und -größe, Blattmasse, Farbe, unterschiedliche Blattgewebe)

Mögliche *didaktische Leitfragen*/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Fotosysteme – *Welche Bedeutung haben die verschiedenen Pigmente für die Lichtreaktion?* • Chlorophyll • Chromatographie • Absorptionsspektren verschiedener Blattfarbstoffe	erläutern den Zusammenhang zwischen Fotoreaktion und Synthesereaktion und ordnen die Reaktionen den unterschiedlichen Kompartimenten des Chloroplasten zu (UF1, UF3).	**Anleitung** zur Herstellung einer Rohchlorophyll-Lösung: http://www.ph-ooe.at/fileadmin/old_fileadmin/fileadmin/user_upload/fdznawi/downloadber-eich/Workshop__Kompetenzorientiertes_Experimentieren_/KLEx_Chlorophyll.pdf) (letzter Zugriff: 11.01.2016) **Experiment** zur chromatographischen Trennung des isolierten Blattextraktes mit Tafelkreide **Grafische Darstellung** zu Absorptionsspektren von Chlorophyll a, Chlorophyll b und Carotinoiden **Google,** Stichworte: Absorptionsspektrum Chlorophyll	Die Trennung der verschiedenen Blattfarbstoffe kann mithilfe von getrockneter Tafelkreide oder Papierchromatographie erfolgen.
Glucose – *Wie wird aus Kohlenstoffdioxid ein C6-Körper synthetisiert?* • Experimente von HILL • Calvin-Zyklus	erläutern den Zusammenhang zwischen Fotoreaktion und Synthesereaktion und ordnen die Reaktionen den unterschiedlichen Kompartimenten des Chloroplasten zu (UF1, UF3).	**Arbeitsblatt** zu den Experimenten von HILL **Informationstext** zur Erstellung eines Storyboards für die Simulation des Calvin-Zyklus in der Synthesereaktion (als Hausaufgabe möglich) **Modell** für den Stop-Motion Film **App** zur Erstellung des Stop-Motion-Films, z. B. PicPac: https://play.google.com/store/apps/d	Die Begriffswendung „lichtunabhängige Reaktion“ ist nicht zutreffend, da auch die Synthesereaktion von Licht abhängig ist. Als Alternative zum Storyboard bereiten die SuS einen Schülervortrag mit einer selbstständig erstellten Informationsseite zum Calvin-Zyklus vor. Es ist möglich, die Versuchsanord-

Mögliche *didaktische Leitfragen*/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenz-erwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler…	Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden	Didaktisch-methodische Anmer-kungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
		etails?id=tv.picpac&hl=de (letzter Zugriff:14.01.2016) **Material: Flash-Animation** http://www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/chemie-interak-tiv/ein_fall_fuer_zwei/effz_ein_fall_fuer_zwei.swf (letzter Zugriff: 14.01.2016)	nung dieses Experiments vorzuge-ben und die Hypothesen über die Versuchsergebnisse begründet for-mulieren zu lassen.

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- **Versuchsprotokoll** zur Fehleranalyse
- Erstellung eines **Steckbriefs** nach vorgegebenen Kriterien
- **ggf. mikroskopischer Schnitt** zur Fehleranalyse

Leistungsbewertung:

- ggf. angekündigte **schriftliche Übungen**
- Bewertung von **Versuchsprotokollen**
- ggf. **Klausur**
- ggf. **Facharbeit**

<table>
<tr><td colspan="2">Unterrichtsvorhaben V

Thema / Kontext: Synökologie I – Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltsfeld 5: Ökologie</td></tr>
<tr><td>Inhaltlicher Schwerpunkt:

• Dynamik von Populationen

Zeitbedarf: ca. 10 Std. à 45 Minuten</td><td>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können…

• UF1* biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und 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 voraussagen.
• K4 sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen oder widerlegen.

* Im Vergleich zum veröffentlichten schulinternen Beispiellehrplan (siehe Lehrplannavigator) werden UF1 und E5 neu als Schwerpunkte aufgenommen.</td></tr>
</table>

Mögliche *didaktische Leitfragen/* Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Nebeneinander und doch verschiedene Nischen – *Wie entwickeln sich Konkurrenten in einem Lebensraum?* • Ökologische Nische • Interspezifische Beziehungen • Konkurrenzausschlussprinzip • Konkurrenzvermeidung / Konkurrenzminderung • Koexistenz • Logistisches und exponentielles Wachstum • Dichteabhängige und dichteunabhängige Faktoren • Nahrungsnetz, Trophieebene	erklären mit Hilfe des Modells der ökologischen Nische die Koexistenz von Arten (E6, UF1, UF2). leiten aus Untersuchungsdaten zu intra- und interspezifischen Beziehungen (Parasitismus, Symbiose, Konkurrenz) mögliche Folgen für die jeweiligen Arten ab und präsentieren diese unter Verwendung angemessener Medien (E5, K3, UF1). beschreiben die Dynamik von Populationen in Abhängigkeit von dichteabhängigen und dichteunabhängigen Faktoren (UF1).	**Steckbriefe** zu verschiedenen Lebewesen (Pflanzen und Tiere) des Waldes unter dem Aspekt der ökologischen Nische **Material** zur Auswertung von Untersuchungen zum Zusammenleben verschiedener Arten unter dem Aspekt der interspezifischen Beziehungen (z. B. Experiment zu amerikanischen und rotbraunen Reismehlkäfern in Abhängigkeit von der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit) **Arbeitsblatt** zum Experiment zum Trockengewicht in Abhängigkeit des pH-Wertes bei Hederich und Acker-Spergel **Arbeitsblatt** zur Vermehrungsrate von Paramecienarten unter bestimmten Bedingungen	Es wird empfohlen, die *mind map* zur Reaktivierung des SI-Wissens an dieser Stelle als Überleitung zur ökologischen Nische und interspezifischen Beziehungen über das Artenvorkommen zu nutzen. Zusammenarbeit mit dem Fach Mathematik in Bezug auf logistisches und exponentielles Wachstum. Die SuS leiten selbstständig eine Definition zu Konkurrenzvermeidung und zum Konkurrenzausschlussprinzip her.
Wie gelingt die Einnischung von Lebewesen in Abhängigkeit von abiotischen Faktoren? • Tiergeographische Regeln (Bergmann und Allen) • Abiotischer Faktor Temperatur	erläutern die Aussagekraft von biologischen Regeln (u.a. tiergeographische Regeln) und grenzen diese von naturwissenschaftlichen Gesetzen ab (E7, K4).	**Experiment** mit kleiner und großer Kartoffel zur Ermittlung des Temperaturabfalls in Abhängigkeit von der Zeit **Arbeitsblätter** zu tiergeographischen Regeln (z. B. Pinguin, Fuchs, Hase und Tiger) Arbeitsteilige Gruppenarbeit mit anschließender **Präsentation**	Die SuS erstellen auf der Grundlage des Experimentes selbstständig ein Kurvendiagramm unter Berücksichtigung der Achsenzuordnung.

Mögliche *didaktische Leitfragen/* Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Lässt sich die Veränderung von Populationsgrößen modellhaft quantitativ darstellen? • Lotka-Volterra-Regeln • Lebenszyklusstrategien (K- und r-Strategen) • Schädlingsbekämpfung • Insektizidresistenz	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). untersuchen Veränderungen von Populationen mit Hilfe von Simulationen auf der Grundlage des Lotka-Volterra-Modells (E6). beschreiben die Dynamik von Populationen in Abhängigkeit von dichteabhängigen und dichteunabhängigen Faktoren (UF1).	**Arbeitsblatt** zur Populationsentwicklung von Marienkäfern und Wollschildläusen unter Laborbedingungen und einer begrenzten Aussagekraft von Lotka-Volterra. **Vergleichende Tabelle** zu K- und r-Strategen unter Berücksichtigung verschiedener Kriterien wie Lebensdauer, Populationsgröße, Fortpflanzungshäufigkeit, Anzahl der Nachkommen und Habitat. **Arbeitsblatt** zum Einsatz von DDT zur Bekämpfung der Wollschildlaus **Arbeitsblatt** zur Insektizidresistenz bei Schädlingen	Die SuS erfahren den Unterschied zwischen Regeln und Gesetzen über die Modellkritik an den Lotka-Volterra-Regeln.
Wie verschaffen sich Lebewesen Vorteile im Kampf ums Überleben? • Parasitismus • Symbiose • Präadaption • Konkurrenz	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)	**Arbeitsblätter** zu Parasitismus, Symbiose, Prädation und Konkurrenz **Gruppenpuzzle**	Die interspezifischen Beziehungen können in arbeitsteiliger Gruppenarbeit mit anschließender Präsentation erarbeitet werden.

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- **Begriffliche Netzwerke** und ***concept maps***
- **Präsentationen** nach vorgegebenen Kriterien
- Erstellung von **Kurvendiagrammen** nach vorgegebenen Kriterien

Leistungsbewertung:

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

- Bewertung von **Versuchsprotokollen** und **Diagrammen**

Unterrichtsvorhaben VI **Thema / Kontext:** Synökologie II – *Welchen Einfluss hat der Mensch auf globale Stoffkreisläufe und Energieflüsse?*	
Inhaltsfeld 5: Ökologie	
Inhaltliche Schwerpunkte: • Stoffkreislauf und Energiefluss **Zeitbedarf**: ca. 6 Std. à 45 Minuten	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können… • **K1*** bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden. • **K3*** biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren. • **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 kontroverser Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten. * Im Vergleich zum veröffentlichten schulinternen Beispiellehrplan (siehe Lehrplannavigator) werden **K1** und **K3** neu als Schwerpunkte aufgenommen.

Mögliche *didaktische Leitfragen/* Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Welche Folgen haben anthropogene Einflüsse auf Ökosysteme? • Anthropogene Faktoren • Globale Stoffkreisläufe und Energieflüsse • Nachhaltigkeit	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).	**Informationsmaterial** zu einem ausgewählten Stoffkreislauf **Google**, Stichworte: Stoffkreisläufe und Schadstoffe **Internetrecherche** (z. B. Ökotourismus und nachhaltiger Tourismus, nachhaltige Plantagenwirtschaft, Konsumverhalten) **Ratgeber** zum eigenen Konsumverhalten **Präsentation** der Ratgebers im Museumsgang ZEIT für die Schule, Archiv: Ökonomisches Handeln: http://blog.zeit.de/schueler/2010/09/10/okonomisches-handeln ZEIT ONLINE: Die begrenzte Wahrnehmung der Konsumenten: http://www.zeit.de/wirtschaft/2011-11/Konsum-Wahrnehmung-Oekonomie http://www.zeit.de/digital/mobil/2011-11/apps-nachhaltigkeit-umweltschutz	Die SuS können hier in besonderem Maße Kompetenzen aus dem Bereich der Kommunikation und Bewertung erlangen. Eine fundierte Bewertung basiert auf Kriterien. Die SuS erfahren, dass das Argumentieren interessensgeleitet auf der Grundlage von These und Begründung erfolgt. Die SuS lernen den Begriff des *Homo oeconomicus* aus der Wirtschaftswissenschaft kennen. Die SuS erstellen den Ratgeber nach vorgegebenen Kriterien.

Mögliche *didaktische Leitfragen/* Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenz-erwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmer-kungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
		Deutsche Stiftung Verbraucher-schutz, Verbraucherzentrale Bun-desverband: http://www.vzbv.de Rat für nachhaltige Entwicklung: http://www.nachhaltigkeitsrat.de (Letzter Zugriff auf die o. g. Internetquellen: 19.01.2016)	

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- **Selbstevaluationsbogen** mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens

Leistungsbewertung:

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

- Bewertung der **Ratgeber** nach vorgegebenen Kriterien

Unterrichtsvorhaben VII **Thema / Kontext:** Zyklische und sukzessive Veränderungen von Ökosystemen – *Welchen Einfluss hat der Mensch auf die Dynamik von Ökosystemen?*	
Inhaltsfeld 5: Ökologie	
Inhaltlicher Schwerpunkt: • Mensch und Ökosysteme • Dynamik von Populationen[1)] **Zeitbedarf**: ca. 5 Std. à 45 Minuten [1)] Im Vergleich zum veröffentlichten schulinternen Beispiellehrplan (siehe Lehrplannavigator) wird „Dynamik von Populationen“ zusätzlich als inhaltlicher Schwerpunkt aufgenommen.	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schülerinnen und Schüler können… • **UF2*** zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden. • **K4*** sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen oder widerlegen. • **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 kontroverser Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten. • **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern, * Im Vergleich zum veröffentlichten schulinternen Beispiellehrplan (siehe Lehrplannavigator) werden **UF2**, **K4** und **B3** neu als Schwerpunkte aufgenommen.

Mögliche *didaktische Leitfragen*/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler…	**Empfohlene Lehrmittel / Materialien / Methoden**	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz**
Welche Bedeutung haben invasive Arten für ein Ökosystem? • Neobiota (Neozoen, Neophyten, Neomyceten) • Logistisches und exponentielles Wachstum • Naturschutz	recherchieren Beispiele für die biologische Invasion von Arten und leiten Folgen für das Ökosystem ab (K2, K4). entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1, E5). beschreiben die Dynamik von Populationen in Abhängigkeit von dichteabhängigen und dichteunabhängigen Faktoren (UF1). diskutieren Konflikte zwischen der Nutzung natürlicher Ressourcen und dem Naturschutz (B2, B3).	**Kartenabfrage** **Internetrecherche** zu Neobiota **Informationsblatt** mit Kriterien zum Aufbau eines sinnvollen Faltblatts (Kriterien wie Verbreitung, Gefährdung der Biodiversität und Sofortmaßnahmen) **Faltblatt** zu Neobiota in arbeitsteiliger Gruppenarbeit **Präsentation** der ausgewählten Neobiota **Methodendiskussion** zur Funktionalität der Sofortmaßnahme	Die SuS überprüfen vorab über eine Kartenabfrage (siehe Unterrichtsvorhaben IV) ihr bisher erworbenes ökologisches Wissen.

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- **Kartenabfrage** zu Fachbegriffen
- **Methodendiskussion** nach vorgegebenen Kriterien
- Erstellung eines **Faltblattes** nach vorgegebenen Kriterien

Leistungsbewertung:

- ggf. **Klausur**
- Bewertung der **Faltblätter** nach vorgegebenen Kriterien