

BIOLOGIE

Schulinterner Lehrplan
der Sekundarstufe II
der Willy-Brandt Gesamtschule Mülheim an der Ruhr

Stand: 31.01.2023

Inhalt

1. Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit	3
1.1 Die Fachgruppe Biologie	3
2. Entscheidungen zum Unterricht	5
2.1 Unterrichtsvorhaben	5
2.2 Kontextthemen und Kompetenzentwicklung – Gesamtschule	7
2.3 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Einführungsphase	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Grundkurs – Q 1:	25
Grundkurs – Q 2:	53
3. Unterstützungsangebot zu Grundsätzen der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung	77
4. Leistungsbewertung	82
4.1 Bereiche und Gegenstände der Beurteilung	82
4.2 Konstruktionsvorgaben „schriftliche Leistungen“	82
4.3 Vorgaben zur Bewertung „schriftliche Leistungen“	84
4.4 Definition, Gewichtung und Bewertung „sonstiger Leistungen“	86
4.5 Ergänzung zu den Hausaufgaben	87
4.6 Berücksichtigung Distanzunterricht	87
Anhang: Abiturprüfung 2019 Biologie Grundkurs (BI GK HAT 2 (GG))	90

1. Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

1.1 Die Fachgruppe Biologie

Die Willy-Brandt-Schule (städtische Gesamtschule) mit gymnasialer Oberstufe liegt im Norden von Mülheim an der Ruhr. In der Sekundarstufe II (gymnasiale Oberstufe) haben die Kurse durchschnittlich zwischen 25 und 30 Schülerinnen und Schüler. Die Schule hat im Fach Biologie nur Grundkurse. Durch ihre besondere Lage an der Schnittstelle Ruhrgebiet, Bergisches Land und Niederrhein werden Unterrichtsgänge in alle drei sehr unterschiedlichen Naturräume ermöglicht. Dabei steht der Naturraum zum eigenständigen Erforschen und Anwenden wissenschaftlicher Untersuchungsmethoden im Vordergrund. Dem Lernen vor Ort wird ein hoher Stellenwert zugemessen.

Die Willy-Brandt-Schule ist eine „MINT-Schule“ und verfügt über externe Partner, die in diesem Zusammenhang auch Exkursionsangebote anbieten. Hierzu gehören das Haus Ruhrnatur und das Aquarius-Wassermuseum. Durch diese Kooperation können sich die Schüler und Schülerinnen außerhalb der Schule mit naturwissenschaftlichem Phänomen beschäftigen und dadurch werden sie auch an mathematisch-naturwissenschaftliche und ingenieurwissenschaftliche Berufe herangeführt. Die mathematisch-naturwissenschaftliche Förderung beginnt in der Sekundarstufe I und wird in der Sekundarstufe II aufgegriffen und fortgeführt.

Ziel der Arbeit der Fachkonferenz Biologie ist die Vermittlung einer raumbezogenen und naturwissenschaftlichen Handlungskompetenz. Dieses Ziel soll insbesondere durch Unterrichtsbeispiele aus dem Nahraum, Lernen vor Ort, das Aufgreifen aktueller Fallbeispiele aus der Medienberichtserstattung und den Einsatz moderner Medien unterstützt werden. Formen des kooperativen Lernens sind als besonders wirksame Arbeits- und Lernform im Fach Biologie verankert. Gleichzeitig wird insbesondere die Förderung von Lernkompetenz in allen Unterrichtsvorhaben explizit berücksichtigt.

Die Fachkonferenz unterstützt alle Unterrichtenden im Fach Biologie durch eine gemeinsame digitale Plattform (Teams), auf den selbst erstellten Materialien der Unterrichtsvorhaben und „best-practice“-Beispiele gesammelt und abrufbar sind.

Für das Fach Biologie gibt es drei mit neuen Medien ausgestattete Fachräume (Computer und Beamer). In der Sammlung kann auf Mikroskope, Binokulare, und auf diverse biologische Präparate und Modelle zurückgegriffen werden. Außerdem stehen mehrere Computerräume zur Verfügung, die online gebucht werden können. Jede Schülerin/jeder Schüler einer Lerngruppe verfügt über ein Schulbuch der gleichen Auflage.

Die Lehrerbesetzung und die übrigen Rahmenbedingungen der Schule ermöglichen einen ordnungsgemäßen laut Stundentafel der Schule vorgesehen Biologieunterricht.

In der Oberstufe befinden sich durchschnittlich ca. 110 Schülerinnen und Schüler in jeder Stufe. Das Fach Biologie ist in der Einführungsphase in der Regel mit 3 Grundkursen vertreten, wobei insbesondere Seiteneinsteiger, z. T. mit Migrationshintergrund, dieses Fach gerne belegen. In der Qualifikationsphase können auf Grund der Schülerwahlen in der Regel 2 Grundkurse gebildet werden.

Die Verteilung der Wochenstundenzahlen in der Sekundarstufe I und II ist wie folgt:

Fachunterricht von 5 bis 6	
5	NW (2)
6	NW (2)
Fachunterricht von 7 bis 10	
7	Bi (1)
8	Bi (1)
9	--
10	Bi (1)
Fachunterricht von EF – Q2	
11	Bi (2)
12	Bi (2)
13	Bi (2)

Die Unterrichtstaktung an der Schule folgt einem 60 Minutenraster. Die hier dargestellten 45-Minuteneinheiten werden dementsprechend umgerechnet.

In nahezu allen Unterrichtsvorhaben wird den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit gegeben, Schülerexperimente durchzuführen; damit wird eine Unterrichtspraxis aus der Sekundarstufe I fortgeführt. Insgesamt werden überwiegend kooperative, die Selbstständigkeit des Lerners fördernde Unterrichtsformen genutzt, sodass ein individualisiertes Lernen in der Sekundarstufe II kontinuierlich unterstützt wird. Hierzu eignen sich die 60 Minuten sehr gut. Um die Qualität des Unterrichts nachhaltig zu entwickeln, vereinbart die Fachkonferenz vor Beginn jedes Schuljahres neue unterrichtsbezogene Entwicklungsziele. Aus diesem Grunde wird am Ende des Schuljahres überprüft, ob die bisherigen Entwicklungsziele weiterhin gelten und ob Unterrichtsmethoden, Diagnoseinstrumente und Fördermaterialien ersetzt oder ergänzt werden sollen. Nach Veröffentlichung des neuen Kernlehrplans steht dessen unterrichtliche Umsetzung im Fokus. Hierzu werden sukzessive exemplarisch konkretisierte Unterrichtsvorhaben und darin eingebettet Überprüfungsformen entwickelt und erprobt.

Der Biologieunterricht soll Interesse an naturwissenschaftlichen Fragestellungen wecken und die Grundlage für das Lernen in Studium und Beruf in diesem Bereich vermitteln. Dabei werden fachlich und bioethisch fundierte Kenntnisse die Voraussetzung für einen eigenen Standpunkt und für verantwortliches Handeln gefordert und gefördert. Hervorzuheben sind hierbei die Aspekte Ehrfurcht vor dem Leben in seiner ganzen Vielfältigkeit, Nachhaltigkeit, Umgang mit dem eigenen Körper und ethische Grundsätze.

2. Entscheidungen zum Unterricht

2.1 Unterrichtsvorhaben

Die Darstellung der Unterrichtsvorhaben im schulinternen Lehrplan besitzt den Anspruch, sämtliche im Kernlehrplan angeführten Kompetenzen auszuweisen. Dies entspricht der Verpflichtung jeder Lehrkraft, den Lernenden Gelegenheiten zu geben, alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans auszubilden und zu entwickeln.

Die entsprechende Umsetzung erfolgt auf zwei Ebenen: der Übersichts- und der Konkretisierungsebene. Im „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 2.1.1) werden die für alle Lehrerinnen und Lehrer gemäß Fachkonferenzbeschluss verbindlichen Kontexte sowie Verteilung und Reihenfolge der Unterrichtsvorhaben dargestellt. Das Übersichtsraster dient dazu, den Kolleginnen und Kollegen einen schnellen Überblick über die Zuordnung der Unterrichtsvorhaben zu den einzelnen Jahrgangsstufen sowie den im Kernlehrplan genannten Kompetenzerwartungen, Inhaltsfeldern und inhaltlichen Schwerpunkten zu verschaffen. Um Klarheit für die Lehrkräfte herzustellen und die Übersichtlichkeit zu gewährleisten, werden in der Kategorie „Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung“ an dieser Stelle nur die übergeordneten Kompetenzerwartungen ausgewiesen, während die konkretisierten Kompetenzerwartungen erst auf der Ebene der möglichen konkretisierten Unterrichtsvorhaben Berücksichtigung finden. Der ausgewiesene Zeitbedarf versteht sich als grobe Orientierungsgröße, die nach Bedarf über- oder unterschritten werden kann. Um Spielraum für Vertiefungen, besondere Schülerinteressen, aktuelle Themen bzw. die Erfordernisse anderer besonderer Ereignisse (z.B. Praktika, Kursfahrten o.ä.) zu erhalten, wurden im Rahmen dieses schulinternen Lehrplans nur ca. 75 Prozent der Bruttounterrichtszeit verplant.

Während der Fachkonferenzbeschluss zum „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ zur Gewährleistung vergleichbarer Standards sowie zur Absicherung von Lerngruppen- und Lehrkraftwechselln für alle Mitglieder der Fachkonferenz Bindekraft entfalten soll, besitzt die exemplarische Ausgestaltung „möglicher konkretisierter Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 2.1.2) abgesehen von den in der vierten Spalte im Fettdruck hervorgehobenen verbindlichen Fachkonferenzbeschlüssen nur empfehlenden Charakter. Referendarinnen und Referendaren sowie neuen Kolleginnen und Kollegen dienen diese vor allem zur standardbezogenen Orientierung in der neuen Schule, aber auch zur Verdeutlichung von unterrichtsbezogenen fachgruppeninternen Absprachen zu didaktisch-methodischen Zugängen, fächerübergreifenden Kooperationen, Lernmitteln und -orten sowie vorgesehenen Leistungsüberprüfungen, die im Einzelnen auch den Kapiteln 2.2 bis 2.4 zu entnehmen sind. Abweichungen von den vorgeschlagenen Vorgehensweisen bezüglich der konkretisierten Unterrichtsvorhaben sind im Rahmen der pädagogischen Freiheit und eigenen Verantwortung der Lehrkräfte jederzeit möglich. Sicherzustellen bleibt allerdings auch hier, dass im Rahmen der Umsetzung der Unterrichtsvorhaben insgesamt alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Berücksichtigung finden.

Anmerkungen zu der Implementation des neuen Kernlehrplans in die gymnasiale Oberstufe an der Willy-Brandt-Schule (Beginn Schuljahr 2022/2023): Um die Aspekte des neuen Kernlehrplans sukzessive implementieren zu können, orientieren sich die unterrichtenden Lehrkräfte der Einführungsphase im Schuljahr 2022/2023 an dem Beispiellehrplan des Landes NRW (siehe Standardsicherung NRW). Am Ende des Schuljahres werden die gesammelten Erfahrungen in der Fachkonferenz diskutiert und dazu genutzt, um auf dieser Basis einen schulinternen Lehrplan für die Einführungsphase zu entwickeln, der auf die Interesse und Bedürfnisse von Lehrkräften und Schüler*innen der Willy-Brandt-Schule angepasst ist. Das gleiche Verfahren wird im Schuljahr 2023/2024 für die Qualifikationsphase 1 und im Schuljahr 2024/2025 für die Qualifikationsphase 2 angewendet. Durch dieses Vorgehen werden die neuen schulinternen Kernlehrpläne im Schuljahr 2025/2026 durch die Fachkonferenz Biologie erprobt und erarbeitet worden sein.

Darüber hinaus werden die schulinternen Kernlehrpläne jedes Schuljahr im Rahmen der Fachkonferenzarbeit optimiert und damit überarbeitet. Auf diese Art und Weise können neue Erfahrungen, Erkenntnisse und Interessen in die Lehrplanarbeit eingebunden werden.

2.2 Kontextthemen und Kompetenzentwicklung – Gesamtschule

Einführungsphase	
<p><u>UV Z1: Aufbau und Funktion der Zelle</u></p> <p>Thema/Kontext: Kein Leben ohne Zelle I – <i>Wie sind Zellen aufgebaut und organisiert?</i></p> <p>Inhaltsfeld 1: Zellbiologie Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 60 Minuten Inhaltliche Schwerpunkte: Aufbau der Zelle, Fachliche Verfahren: Mikroskopie Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) Informationen erschließen (K) Informationen aufbereiten (K)</p>	<p><u>UV Z3: Mitose, Zellzyklus, Meiose</u></p> <p>Thema/Kontext: Kein Leben ohne Zelle II – <i>Welche Bedeutung haben Zellkern und Nukleinsäuren für das Leben?</i></p> <p>Inhaltsfeld 1: Zellbiologie Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 60 Minuten Inhaltliche Schwerpunkte: Genetik der Zelle, Fachliche Verfahren: Analyse von Familienstamm-bäumen Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K) Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B) Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)</p>
<p><u>UV Z2: Biomembranen</u></p> <p>Thema/Kontext: Erforschung der Biomembran – <i>Welche Bedeutung haben technischer Fortschritt und Modelle für die Forschung?</i></p> <p>Inhaltsfeld 1: Zellbiologie Zeitbedarf: ca. 11 Unterrichtsstunden à 60 Minuten Inhaltliche Schwerpunkte: Biochemie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von osmotischen Vorgängen Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)</p>	<p><u>UV Z4: Energie, Stoffwechsel, Enzyme</u></p> <p>Thema/Kontext: Enzyme im Alltag – <i>Welche Rolle spielen Enzyme in unserem Leben?</i></p> <p>Inhaltsfeld 1: Zellbiologie Zeitbedarf: ca. 21 Unterrichtsstunden à 60 Minuten Inhaltliche Schwerpunkte: Physiologie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von Enzym-aktivitäten Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) Informationen aufbereiten (K)</p>
Summe Einführungsphase: 67 Stunden	

2.3 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben

Übersicht über die Unterrichtsvorhaben – EINFÜHRUNGSPHASE

Hinweis: Thema, Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte und Kompetenzen hat die Fachkonferenz der Willy-Brandt-Schule 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.

<p>UV Z1: Aufbau und Funktion der Zelle Inhaltsfeld 1: Zellbiologie Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 60 Minuten</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte: Aufbau der Zelle, Fachliche Verfahren: Mikroskopie</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) • Informationen erschließen (K) • Informationen aufbereiten (K) 	<p>Fachschaftsinterne Absprachen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lichtmikroskopie, Präparation und wissenschaftliche Zeichnungen werden praktisch durchgeführt <p>Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kompartimentierung der eukaryotischen Zelle <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zelldifferenzierung bei der Bildung von Geweben
---	--

<ul style="list-style-type: none"> Inhaltliche Aspekte 	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Mikroskopie prokaryotische Zelle eukaryotische Zelle eukaryotische Zelle: Zusammenwirken von Zellbestandteilen, Kompartimentierung, Endosymbiontentheorie 	<ul style="list-style-type: none"> vergleichen den Aufbau von prokaryotischen und eukaryotischen Zellen (S1, S2, K1, K2, K9). begründen den Einsatz unterschiedlicher mikroskopischer Techniken für verschiedene Anwendungsgebiete (S2, E2, E9, E16, K6). erklären Bau und Zusammenwirken der Zellbestandteile eukaryotischer Zellen und erläutern die Bedeutung der Kompartimentierung (S2, S5, K5, K10). 	<p>Welche Strukturen können bei prokaryotischen und eukaryotischen Zellen mithilfe verschiedener mikroskopischer Techniken sichtbar gemacht werden?</p> <p>Wie ermöglicht das Zusammenwirken der einzelnen Zellbestandteile die Lebensvorgänge in einer Zelle?</p>	<p><i>Kontext:</i> Vergleich eines probiotischen Getränks und des Bodensatzes von Hefeweizen</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Aktivierung von Vorwissen aus der → Sek I: Pflanzenzelle, Tierzelle, Bakterienzelle Vergleich der Zellgrößen durch Mikroskopieren verschiedener Präparate von Prokaryoten und Eukaryoten mit dem Lichtmikroskop (S1) Recherche in analogen sowie digitalen Medien etwa zu Zellgrößen bei Bakterien, Einzellern und anderen eukaryotischen Zellen (K1, K2) Vergleich des Grundbauplans von pro- und eukaryotischen Zellen unter Berücksichtigung der Kompartimentierung (Basiskonzept Struktur und Funktion) (S2) Erläuterung des Verfahrens der Lichtmikroskopie und Begründung der Grenzen lichtmikroskopischer Auflösung (K6) Ableitung der Unterschiede zwischen Licht- und Fluoreszenzmikroskopie sowie Elektronenmikroskopie in Bezug auf technische Entwicklung, Art des eingesetzten Präparates, erreichte Vergrößerung und Begründung der unterschiedlichen Einsatzgebiete in der Zellbiologie (E2, E9, K9) Reflexion der Wissensproduktion zum Beispiel unter Berücksichtigung möglicher Artefakte bei der Elektronenmikroskopie (E16) <p><i>Kontext:</i> „System Zelle“ – Die Zelle als kleinste lebensfähige Einheit [1]</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Aktivierung von Vorwissen aus der → Sek I: Kennzeichen des Lebendigen Erläuterung von Aufbau und Funktion von verschiedenen Zellbestandteilen pflanzlicher und tierischer Zellen anhand von Modellen und elektronenmikroskopischen Aufnahmen (S2, K10) Erklärung des Zusammenwirkens von Organellen, die am Membranfluss beteiligt sind (K5) Vergleich des Aufbaus von Mitochondrien und Chloroplasten und Ableitung der jeweiligen Kompartimente (S2) Erläuterung der Bedeutung der Kompartimentierung der eukaryotischen Zelle (Basiskonzept Struktur und Funktion) auch im Hinblick auf gegenläufige Stoffwechselprozesse (S5)

<ul style="list-style-type: none"> Inhaltliche Aspekte 	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Vielzeller: Zelldifferenzierung und Arbeitsteilung Mikroskopie 	<ul style="list-style-type: none"> erläutern theoriegeleitet den prokaryotischen Ursprung von Mitochondrien und Chloroplasten (E9, K7). analysieren differenzierte Zelltypen mithilfe mikroskopischer Verfahren (S5, E7, E8, E13, K10). vergleichen einzellige und vielzellige Lebewesen und erläutern die jeweiligen Vorteile ihrer Organisationsform (S3, S6, E9, K7, K8). 	<p>Welche Erkenntnisse über den Bau von Mitochondrien und Chloroplasten stützen die Endosymbiontentheorie?</p> <p>Welche morphologischen Anpassungen weisen verschiedene Zelltypen von Pflanzen und Tieren in Bezug auf ihre Funktionen auf?</p> <p>Welche Vorteile haben einzellige und vielzellige Organisationsformen?</p>	<p><i>Kontext:</i> Mitochondrien und Chloroplasten – Nachfahren von Prokaryoten? <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Analyse der Besonderheiten von Mitochondrien und Chloroplasten (äußere und innere Membran, Vermehrung durch Teilung, Genom, Ribosomen) unter Einbezug proximatier Erklärungen und Vergleich mit prokaryotischen Systemen (E9, K7) modellhafte Darstellung des hypothetischen Ablaufs unter Fokussierung auf der Herkunft der Doppelmembran sowie der Aspekte einer Endosymbiose (E9) ultimate Erklärung des prokaryotischen Ursprungs der Mitochondrien und Chloroplasten mithilfe der Endosymbiontentheorie (K7) <p><i>Kontext:</i> Lichtmikroskopie von differenzierten Tier- und Pflanzenzellen in Geweben <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Mikroskopie von Fertigpräparaten verschiedener Tierzellen im Gewebeverband: Muskelzellen, Nervenzellen, Drüsenzellen (E7, E8) Herstellung von Präparaten und Mikroskopie von ausdifferenzierten Pflanzenzellen: Blattgewebe, Leitgewebe, Festigungsgewebe, Brennhaare (E8) Analyse der Anpassungen von verschiedenen Laubblättern (Blattquerschnitte von Sonnen- und Schattenblättern, Kiefernadeln, Maisblatt) im Hinblick auf Fotosynthese und Transpiration (K10) Anfertigung wissenschaftlicher Zeichnungen zur Dokumentation und Interpretation der beobachteten Strukturen unter Berücksichtigung der Anpassung der Zelltypen (Basiskonzept Struktur und Funktion) und Vergleich mit Fotografien (E13) Reflexion der Systemebenen (Zelle, Gewebe, Organ, Organismus) unter Bezug zur Zelldifferenzierung bei der Bildung von Geweben (Basiskonzept Individuelle und evolutive Entwicklung) (S5) <p><i>Kontext:</i> Vielfalt der Organisationsformen von Lebewesen <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Differenzierung zwischen unterschiedlichen Systemebenen: Moleküle – Zelle – Gewebe – Organ – Organismus (S6)

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
			<ul style="list-style-type: none"> • Erläuterung der unterschiedlichen Organisationsformen innerhalb der <i>Chlamydomonadales</i> (Grünalgen-Reihe) und Ableitung der Eigenschaften von Vielzellern (Arbeitsteilung, Kommunikation, Fortpflanzung) anhand von <i>Volvox</i> [2] (S3, E9) • fakultativ: Differenzierung der Begriffe Einzeller / Bakterien und Darstellung der Vielfalt der Bakterien hinsichtlich der Angepasstheiten ihres Stoffwechsels an unterschiedliche Lebensräume [3] • Diskussion der Vorteile verschiedener Organisationsformen bei Berücksichtigung der Unterschiede zwischen proximat und ultimaten Erklärungen sowie funktionalen und kausalen Erklärungen [2] [3] (K7, K8)

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6050	Der alternative Kontext bietet für die Lehrkraft die Möglichkeit, das „System Zelle“ als kleinste lebensfähige Einheit am Beispiel von <i>Chlamydomonas</i> und <i>Paramecium</i> im Unterricht erarbeiten zu lassen. Die zentralen Unterrichtssituationen werden anhand der Beispiele der beiden Einzeller entwickelt und dann verallgemeinert.
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6048	Anregungen für die Lehrkraft, um die Unterschiede zwischen proximat und ultimaten Erklärungen sowie funktionalen und kausalen Erklärungen im Kontext mit den Organisationsformen von <i>Chlamydomonas</i> und <i>Volvox</i> zu verdeutlichen.
3	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6049	Anregungen für die Lehrkraft, um die Unterschiede zwischen proximat und ultimaten Erklärungen sowie funktionalen und kausalen Erklärungen im Kontext mit den Organisationsformen von <i>Thermus aquaticus</i> und Mensch zu verdeutlichen.

Letzter Zugriff auf die ULR: 01.06.2022

[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtigte) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]

Diagnose von Schülerkompetenzen:

- **SI-Vorwissen wird ohne Benotung ermittelt (z.B. Selbstevaluationsbogen);** Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe (Überprüfen der Kompetenzen im Vergleich zum Start der Unterrichtsreihe)

Leistungsbewertung:

- *multiple-choice*-Tests zu Zelltypen und Struktur und Funktion von Zellorganellen; ggf. Teil einer Klausur

<p>UV Z2: Biomembranen Inhaltsfeld 1: Zellbiologie Zeitbedarf: ca. 11 Unterrichtsstunden à 60 Minuten</p>	<p>Fachschaftsinterne Absprachen</p> <ul style="list-style-type: none"> • ggf. Experimente zu den biochemischen Eigenschaften der Stoffgruppen • Experimente zu Diffusion und Osmose
<p>Inhaltliche Schwerpunkte: Biochemie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von osmotischen Vorgängen</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) 	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten: Information und Kommunikation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prinzip der Signaltransduktion an Zellmembranen <p>Steuerung und Regelung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prinzip der Homöostase bei der Osmoregulation

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Stoffgruppen: Kohlenhydrate, Lipide, Proteine • Biomembranen: Transport, Prinzip der Signaltransduktion, Zell-Zell- 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6). • stellen den Erkenntniszuwachs zum Aufbau von Biomembranen durch technischen Fortschritt und Modellierungen an Beispielen dar (E12, 	<p>Wie hängen Strukturen und Eigenschaften der Moleküle des Lebens zusammen?</p> <p>Wie erfolgte die Aufklärung der Struktur von Biomembranen und welche Erkenntnisse führten zur Weiterentwicklung</p>	<p>Kontext: Moleküle des Lebens – biochemische Grundlagen für die Erklärung zellulärer Phänomene</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung von Vorwissen aus der Chemie → Sek I (Elemente, kovalente Bindungen, polare Bindungen, Wasser als polares Molekül, Ionen) • fakultativ: Planung und Durchführung von Experimenten zur Löslichkeit verschiedener Stoffe in Wasser, Ethanol und Waschbenzin zur Ableitung der Begriffsdefinitionen von hydrophil und hydrophob • Erläuterung des Aufbaus und der Eigenschaften von Kohlenhydraten, Lipiden und Proteinen sowie der Nukleinsäuren auch unter Berücksichtigung der Variabilität durch die Kombination von Bausteinen (K6) <p>Kontext: Modellentwicklung zum Aufbau von Biomembranen [1]</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p>

<ul style="list-style-type: none"> Inhaltliche Aspekte 	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Erkennung physiologische Anpassungen: Homöostase Untersuchung von osmotischen Vorgängen 	E15–17). <ul style="list-style-type: none"> erklären experimentelle Befunde zu Diffusion und Osmose mithilfe von Modellvorstellungen (E4, E8, E10–14). erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6). erklären die Bedeutung der Homöostase des osmotischen Werts für zelluläre Funktionen und leiten mögliche Auswirkungen auf den Organismus ab (S4, S6, S7, K6, K10). erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen 	der jeweiligen Modelle? Wie können Zellmembranen einerseits die Zelle nach außen abgrenzen und andererseits doch durchlässig für Stoffe sein? Wie können extrazelluläre Botenstoffe, wie zum Beispiel	<ul style="list-style-type: none"> Ableitung des Modells von Gorter und Grendel aus der Analyse von Erythrocyten-Membranen Erklärung der Veränderungen zum Sandwich-Modell von Davson und Danielli aufgrund chemischer Analysen und elektronenmikroskopischer Bilder von Zellmembranen Erläuterung des Fluid-Mosaik-Modells anhand folgender Analysen durch Singer und Nicolson und Bestätigung durch die Gefrierbruch-Methode sowie Zellfusions-Experimente von Frye und Edidin Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der einzelnen Membranmodelle auch anhand selbst hergestellter Membranmodelle (E12) Reflektion des Erkenntnisgewinnungsprozesses ausgehend vom technischen Fortschritt der Analyseverfahren und Weiterentwicklung des Membranmodells zum modernen Fluid-Mosaik-Modell (E15–17) Kontext: Abgrenzung und Austausch – (k)ein Widerspruch? <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> <ul style="list-style-type: none"> Hypothesengeleitete Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten zu Diffusion und Osmose, sodass ausgehend von der Beschreibung der Phänomene anhand von Modellvorstellungen zum Aufbau von Biomembranen die experimentellen Befunde erklärt werden können (E4, E8) Einbezug von Experimenten zur Diffusion, zur qualitativen und quantitativen Ermittlung von Daten zur Osmose, zur mikroskopischen Analyse osmotischer Prozesse bei in pflanzlichen Geweben (E10, E11, E14) Erläuterung von Modellvorstellungen zu verschiedenen Transportprozessen durch Biomembranen unter Berücksichtigung von Kanalproteinen, Carrierproteinen und Transport durch Vesikel (S7, E12, E13) Ableitung der Eigenschaften der Transportsysteme auch im Hinblick auf energetische Aspekte (aktiver und passiver Transport) (S5, K6) Erläuterung der Bedeutung zellulärer Transportsysteme am Beispiel von Darmepithelzellen, Drüsenzellen und der Blut-Hirn-Schranke (S6, S7) Diskussion der Bedeutung der Osmoregulation für Einzeller in Süß- bzw. Salzwasser unter Bezugnahme auf das Basiskonzept Steuerung und Regelung (Prinzip der Homöostase bei der Osmoregulation) und Anwendung auf die Homöostase bei der Osmoregulation von Süß- und Salzwasserfischen (S4, S7, K10) Kontext: Signaltransduktion am Beispiel des Hormons Insulin [2]

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	Organisation (S2, S5–7, K6).	<p>Hormone, eine Reaktion in der Zelle auslösen?</p> <p>Welche Strukturen sind für die Zell-Zell-Erkennung in einem Organismus verantwortlich?</p>	<p>zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aktivierung von Vorwissen aus der → Sek I zur Wirkung des Hormons Insulin auf die Glucosekonzentration im Blut • Erläuterung des Schlüssel-Schloss-Prinzips am Beispiel der Bindung des Insulins an den Insulinrezeptor und Erarbeitung der Signaltransduktion sowie der ausgelösten Signalkette in der Zielzelle (S2, S5) • Ableitung der Auswirkungen des Insulins auf die Glucosekonzentration im Blut unter Berücksichtigung des Basiskonzepts Information und Kommunikation (Prinzip der Signaltransduktion an Zellmembranen) (S6, S7) <p>Kontext:</p> <p>Organtransplantation</p> <p>zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aktivierung von Vorwissen aus der → Sek I zur Immunantwort auf körperfremde Organe • Ableitung der Vielzahl von Oberflächenstrukturen einer Zelle aufgrund der Variationsmöglichkeiten von Glykolipiden und Glykoproteinen und Erklärung der Spezifität dieser Oberflächenstrukturen (S2) • Erläuterung der Möglichkeiten der Zell-Zell-Erkennung aufgrund spezifischer Bindung von Oberflächenstrukturen nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip und Unterscheidung zwischen körpereigenen und körperfremden Oberflächenstrukturen (S5, S7) • Diskussion der Bedeutung von Zell-Zell-Erkennung in Bezug auf Reaktionen des Immunsystems sowie die Bildung von Zellkontakten in Geweben unter Berücksichtigung der Basiskonzepte Struktur und Funktion sowie Information und Kommunikation (S5, K6)

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/sinus/front_content.php?idcat=2904&lang=9	Die durch SINUS.NRW bereitgestellten Materialien (2017) legen den Schwerpunkt im Bereich der Erkenntnisgewinnungskompetenz und hier beim Wechselspiel zwischen Modellen und ihrer Überprüfung.
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6051	Hier sind Sachinformationen zum Insulinrezeptorprotein und der durch Insulinbindung ausgelösten Signalkette sowie didaktische Hinweise etwa für die Einbindung der Basiskonzepte zusammengefasst. Neben essenziellen Informationen sind auch mögliche Vertiefungen angegeben, die eine Anwendung des Vorwissens der Lerngruppe ermöglichen.

Letzter Zugriff auf die ULR: 01.06.2022: *[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtigte) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können*

<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe
<ul style="list-style-type: none"> • KLP-Überprüfungsform: „Dokumentationsaufgabe“ und „Reflexionsaufgabe“ (Portfolio zum Thema: „Erforschung der Biomembranen“) zur Ermittlung der Dokumentationskompetenz (K1) und der Reflexionskompetenz (E7)
<u>Leistungsbewertung:</u>
<ul style="list-style-type: none"> • KLP-Überprüfungsform: „Beurteilungsaufgabe“ und „Optimierungsaufgabe“ (z.B. Modellkritik an Modellen zur Biomembran oder zu Transportvorgängen) zur Ermittlung der Modell-Kompetenz (E6)
<ul style="list-style-type: none"> • ggf. Klausur

.J

<p>UV Z3: Mitose, Zellzyklus und Meiose</p> <p>Inhaltsfeld 1: Zellbiologie</p> <p>Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 60 Minuten</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Genetik der Zelle, Fachliche Verfahren: Analyse von Familienstammbäumen</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K) • Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) • Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B) 	<p>Fachschaftsinterne Absprachen</p> <ul style="list-style-type: none"> • ggf. Mikroskopie von Wurzelspitzen (<i>Allium cepa</i>) <p>Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energetischer Zusammenhang zwischen auf- und abbauendem Stoffwechsel
---	---

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Mitose: Chromosomen, Cytoskelett • Zellzyklus: Regulation 	<ul style="list-style-type: none"> • erklären die Bedeutung der Regulation des Zellzyklus für Wachstum und Entwicklung (S1, S6, E2, K3). 	<p>Wie verläuft eine kontrollierte Vermehrung von Körperzellen?</p>	<p>Kontext:</p> <p>Wachstum bei Vielzellern geschieht durch Zellvermehrung und Zellwachstum</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung von Vorwissen zur Mitose und zum Zellzyklus (→ Sek I) • fakultativ: Mikroskopieren von Präparaten einer Wurzelspitze von <i>Allium cepa</i>, Vergleich von Chromosomenanordnungen im Zellkern mit modellhaften Abbildungen, Schätzung der Häufigkeit der verschiedenen Phasen (Mitose und Interphase) im Präparat • Erläuterung der Phasen des Zellzyklus, dabei Fokussierung auf die Entstehung genetisch identischer Tochterzellen. Berücksichtigung des Basiskonzepts Struktur und Funktion: Abhängigkeit der Chromatin-Struktur von der jeweiligen Funktion • Erstellung eines Schemas zum Zellzyklus als Kreislauf mit Darstellung des Übergangs von Zellen in die G₀-Phase. Dabei Unterscheidung der ruhenden Zellen und Beachtung unterschiedlich langer G₀-Phasen verschiedener Zelltypen: nie wieder sich teilende Zellen (wie Nervenzellen) und Zellen, die z. B. nach Verletzung wieder in die G₁-Phase zurückkehren können • Erläuterung der Regulation des Zellzyklus durch Signaltransduktion: Wachstumsfaktor und wachstumshemmender Faktor wirken an bestimmten

<ul style="list-style-type: none"> Inhaltliche Aspekte 	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	<ul style="list-style-type: none"> begründen die medizinische Anwendung von Zellwachstumshemmern (Zytostatika) und nehmen zu den damit verbundenen Risiken Stellung (S3, K13, B2, B6–9). diskutieren kontroverse Positionen zum Einsatz von embryonalen Stammzellen (K1-4, B1–6, B10–12). 	<p>Wie kann unkontrolliertes Zellwachstum gehemmt werden und welche Risiken sind mit der Behandlung verbunden?</p> <p>Welche Ziele verfolgt die Forschung mit embryonalen Stammzellen und wie wird diese Forschung ethisch bewertet?</p>	<p>Kontrollpunkten des Zellzyklus. (Basiskonzept: Information und Kommunikation), Berücksichtigung des Basiskonzepts Steuerung und Regelung: Kontrolle des Zellzyklus</p> <ul style="list-style-type: none"> fakultativ: Bedeutung der Apoptose (programmierter Zelltod) <p><i>Kontext:</i> Behandlung von Tumoren mit Zytostatika <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Definition des Krankheitsbildes Krebs und Bedeutung von Tumoren [1] Recherche zu einem Zytostatikum und Erstellung eines Infoblattes mit Wirkmechanismus und Nebenwirkungen zur Erläuterung der Wirkungsweise (das Infoblatt sollte auch fachübergreifende Aspekte beinhalten) [2] konstruktiver Austausch über die Ergebnisse, Fokussierung auf die unspezifische Wirkung von Zytostatika (→ Ausblick auf Möglichkeiten personalisierter Medizin) (K13) Abschätzung von Nutzen und Risiken einer Zytostatikatherapie basierend auf den erhaltenen Ergebnissen, dabei sollen unterschiedliche Perspektiven eingenommen und Handlungsoptionen berücksichtigt werden (B8) <p><i>Kontext:</i> Unheilbare Krankheiten künftig heilen? <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Beschreibung der Pluripotenz embryonaler Stammzellen und Erklärung der Bedeutung im Zusammenhang mit dem Zellzyklus sowie der Entstehung unterschiedlicher Gewebe Recherche von Zielen der embryonalen Stammzellforschung [3-6] Identifikation der Gründe für die besondere ethische Relevanz des Einsatzes von embryonalen Stammzellen Benennung von Werten, die verschiedenen Positionen zugrunde liegen können und Beurteilung von Interessenlagen (B4, B5) Entwicklung von notwendigen Bewertungskriterien, um zu einem begründeten Urteil zu kommen. Reflexion von kurz- und langfristigen Folgen von Entscheidungen sowie Reflexion des Bewertungsprozesses (B10, B11) <ul style="list-style-type: none"> Hinweis: Der Fokus liegt hier nicht auf der detaillierten Kenntnis von Stammzelltypen, sondern auf der Frage, welche Argumente für und gegen die Nutzung

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Karyogramm: Genommutationen, Chromosomenmutationen • Meiose • Rekombination • Analyse von Familienstammbäumen 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern Ursachen und Auswirkungen von Chromosomen- und Genommutationen (S1, S4, S6, E11, K8, K14). 	<p><i>Nach welchem Mechanismus erfolgt die Keimzellbildung und welche Mutationen können dabei auftreten?</i></p> <p><i>Inwiefern lassen sich Aussagen zur Vererbung genetischer Erkrankungen aus Familienstammbäumen ableiten?</i></p>	<p>von embryonalen Stammzellen für die Medizin möglich sind. Voraussetzung dafür ist im Wesentlichen das Wissen um die Pluripotenz der embryonalen Stammzellen.</p> <p><i>Kontext:</i> Karyogramm einer an Trisomie 21 erkrankten Person <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aktivierung von Vorwissen: Beschreibung und Analyse des Karyogramms einer Person mit Trisomie 21 unter Verwendung der bisher gelernten Fachbegriffe (→Sek I) • Vergleich von Karyogrammen bei freier Trisomie 21 und Translokationstrisomie zur Identifikation von Chromosomen- und Genommutationen in Karyogrammen: Beschreibung der Unterschiede, Entwicklung von Fragestellungen und Vermutungen zu den Abweichungen • Erläuterung von Ursachen und Auswirkung der Genommutation • Definition der unterschiedlichen Formen von Chromosomenmutationen • Reaktivierung des Vorwissens (→Sek I: Meiose und Befruchtung.) • Vertiefende Betrachtung der Meiose • Erläuterung der Ursachen der Trisomie 21 • Betrachtung der Unterschiede zur Mitose, vor allem im Hinblick auf die Reduktion des Chromosomensatzes bei der Gametenreifung. • Herausstellung der Vorteile sexueller Fortpflanzung: interchromosomale und intrachromosomale Rekombination (S6) <p><i>Kontext:</i> Familienfoto zeigt phänotypische Variabilität unter Geschwistern <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aktivierung des Vorwissens zu genetischer Verschiedenheit homologer Chromosomen • Modellhafte Darstellung der Rekombinationsmöglichkeiten durch Reduktionsteilung und Befruchtung, • Klärung des Zusammenhangs zwischen Meiose und Erbgang, dabei Berücksichtigung der verschiedenen Systemebenen • Problematisierung der phänotypischen Ausprägung bei Heterozygotie

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	<ul style="list-style-type: none"> wenden Gesetzmäßigkeiten der Vererbung auf Basis der Meiose bei der Analyse von Familienstammbäumen an (S6, E1–3, E11, K9, K13). 		<p><i>Kontext:</i> Familienberatung mithilfe der Analyse eines Familienstammbaums zu einem genetisch bedingtem Merkmal <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Aktivierung von Vorwissen: Regeln der Vererbung (Gen- und Allelbegriff, Familienstammbäume) (→Sek I) Analyse von Familienstammbäumen, dabei Beachtung der Schritte der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung [7-8] Ermittlung der Wahrscheinlichkeit für eine Erkrankung in Abhängigkeit des Genotyps der Eltern auf Grundlage der Möglichkeiten interchromosomaler Rekombination

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.brd.nrw.de/system/files/migrated_documents/01_Cytologie-Krebstherapie_Jahrgang-EF_60a3feb654f1b.pdf	ausgearbeitetes Unterrichtsvorhaben „Kein Leben ohne Zelle – Auswirkungen einer Krebserkrankung und Möglichkeiten der Therapie“, aus dem Teile auch in diesem Zusammenhang verwendet werden können
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6052	Sachinformationen zu Zytostatika und didaktische Hinweise
3	https://www.dpz.eu/de/infothek/wissen/stammzellforschung.html	Leibniz-Institut für Primatenforschung
4	https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/gesundheit/bioethik/bioethik-gesellschaftlicher--modernen-lebenswissenschaften.html	Bundesministerium für Bildung und Forschung
5	https://zellux.net/	Max-Planck-Institut für molekulare Biomedizin
6	https://www.stammzellen.nrw.de/informieren/ethik-und-recht/ethische-fragestellungen	Stammzellnetzwerk.NRW
7	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/9932	Arbeitsblatt Stammbaumanalyse, geeignet für Sek. I und Sek. II
8	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/9933	Hinweise und Lösungen zum Arbeitsblatt Stammbaumanalyse

Letzter Zugriff auf die ULR: 01.06.2022

[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtigte) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]

Diagnose von Schülerkompetenzen:

- Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe

Leistungsbewertung:

- Feedbackbogen und angekündigte *multiple-choice*-Tests zur Mitose; schriftliche Übung (z.B. aus einer Hypothese oder einem Versuchsdesign auf die zugrunde liegende Fragestellung schließen) zur Ermittlung der Fragestellungskompetenz (E1)
- ggf. Klausur

<p>UV Z4: Energie, Stoffwechsel und Enzyme Inhaltsfeld 1: Zellbiologie Zeitbedarf: ca. 21 Unterrichtsstunden à 60 Minuten</p>	<p>Fachschaftsinterne Absprachen</p>
<p>Inhaltliche Schwerpunkte: Physiologie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von Enzymaktivitäten</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Informationen aufbereiten (K) 	<p>Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten: Stoff- und Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energetischer Zusammenhang zwischen auf- und abbauendem Stoffwechsel

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Anabolismus und Katabolismus • Energieumwandlung: ATP-ADP-System <ul style="list-style-type: none"> • Energieumwandlung: Redoxreaktionen 	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Bedeutung des ATP-ADP-Systems bei auf- und abbauenden Stoffwechselprozessen (S5, S6). 	<p>Welcher Zusammenhang besteht zwischen aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel in einer Zelle stofflich und energetisch?</p>	<p><i>Kontext:</i> „Du bist, was du isst“ – Umwandlung von Nahrung in körpereigene Substanz</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aktivierung von Vorwissen (→ Sek I, EF.1) durch Analyse einer Nährwerttafel: Zusammenhang zwischen Nahrungsbestandteilen und Zellinhaltsstoffen • Erstellung eines vereinfachten Schemas zum katabolen und anabolen Stoffwechsel, dabei Verdeutlichung des energetischen Zusammenhangs von abbauenden (exergonischen) und aufbauenden (endergonischen) Stoffwechselwegen, dabei Berücksichtigung der Abgrenzung von Alltags- und Fachsprache [1] • Verdeutlichung des Grundprinzips der energetischen Kopplung durch Energieüberträger • Erläuterung des ATP-ADP-Systems unter Verwendung einfacher Modellvorstellungen: ATP als Energieüberträger <p><i>Kontext:</i> „Chemie in der Zelle“ – Redoxreaktionen ermöglichen den Aufbau und Abbau von Stoffen</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aktivierung von Vorwissen (→ Sek I Chemie): Redoxreaktion als

<ul style="list-style-type: none"> Inhaltliche Aspekte 	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Enzyme: Kinetik Untersuchung von Enzymaktivitäten 	<ul style="list-style-type: none"> erklären die Regulation der Enzymaktivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9). entwickeln Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von verschiedenen Faktoren und überprüfen diese mit experimentellen Daten (E2, E3, E6, E9, E11, E14). 	<p>Wie können in der Zelle biochemische Reaktionen reguliert ablaufen?</p>	<p>Elektronenübertragungsreaktion, Donator-Akzeptor-Prinzip, Energieumsatz</p> <ul style="list-style-type: none"> Herstellen eines Zusammenhangs von exergonischer Oxidation und Katabolismus sowie endergonischer Reduktion und Anabolismus Erläuterung des (NADH+H⁺)-NAD⁺-Systems und die Bedeutung von Reduktionsäquivalenten für den Stoffwechsel Vervollständigung des Schaubildes zum Zusammenhang von abbauendem und aufbauendem Stoffwechsel durch Ergänzung des (NADH+H⁺)-NAD⁺-Systems und des ATP-ADP-Systems. Dabei Herausstellung des Recyclings der Trägermoleküle und der Kopplung von Stoffwechselreaktionen <p><i>Kontext:</i> Enzyme ermöglichen Reaktionen bei Körpertemperatur. <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Demonstrationsexperiment zur Verbrennung eines Zuckerwürfels mit und ohne Asche. Definition des Katalysators und Veranschaulichung der Wirkung im Energiediagramm. Erarbeitung der Merkmale von Enzymen als Proteine (→ EF.1) mit spezifischer Raumstruktur und ihrer Eigenschaft als Biokatalysatoren Herstellen des Zusammenhangs mit Stoffwechselreaktionen im Organismus und Hervorheben der Bedeutung von kontrollierter Stoffumwandlung durch Zerlegung in viele Teilschritte Erarbeitung des Prinzips von Enzymreaktionen, dabei Berücksichtigung von Enzymeigenschaften wie Spezifität und Sättigung und Berücksichtigung des Schlüssel-Schloss-Prinzips (Basiskonzept Struktur und Funktion) Entwicklung einer Modellvorstellung als geeignete Darstellungsform (E12, K9) <p><i>Kontext:</i> Die Enzymaktivität ist abhängig von Umgebungsbedingungen. <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Entwicklung von Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von der Substratkonzentration (Sättigung) und der Temperatur

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Enzyme: Regulation 	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben und interpretieren Diagramme zu enzymatischen Reaktionen (E9, K6, K8, K11). erklären die Regulation der Enzymaktivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9). 		<p>(RGT-Regel, Denaturierung von Proteinen z.B. bei Fieber), Überprüfung durch Auswertung von Experimenten, wenn möglich selbst durchgeführt (E11, E14)</p> <ul style="list-style-type: none"> Anwendung der Kenntnisse zur Enzymaktivität auf die Auswirkungen eines weiteren Faktors wie etwa dem pH-Wert am Beispiel von Verdauungsenzymen Interpretation grafischer Darstellungen zur Enzymaktivität, hierbei Fokussierung auf die korrekte Verwendung von Fachsprache und Vermeidung von Alltagssprache und ggf. Korrektur finaler Erklärungen (K6, K8) fakultativ: Enzymaktivität in Abhängigkeit von der Salinität der Umgebung, Bezug zur Homöostase möglich (→ Osmoregulation). <p><i>Kontext:</i> „Alkohol verdrängt Alkohol“: Eine Methanol-Vergiftung kann mit Ethanol behandelt werden.</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Erweiterung der Modellvorstellung zu Enzymen durch die Darstellung der kompetitiven Hemmung (E12) Erläuterung der Modellvorstellung zur allosterischen Hemmung und Beurteilung von Grenzen der Modellvorstellungen Erarbeitung der Enzymaktivität durch kompetitive und allosterische Hemmung anhand von Diagrammen (K9) Erläuterung der Aktivierung von Enzymen und die Bedeutung von Cofaktoren [2], Beschreibung einer Reaktion mit ATP und ggf. NADH+H⁺ als Cofaktor unter Nutzung modellhafter Darstellungen, dabei Rückbezug zur Darstellung des Zusammenhangs von katabolen und anabolen Stoffwechselwegen. [1]

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6054	Sachinformationen und Anregungen für die Lehrkraft zur Darstellung der Zusammenhänge von katabolen und anabolen Stoffwechselwegen
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6053	Sachinformationen zum Aufbau von Enzymen, Begriffsbestimmungen (Apoenzym, Cofaktor etc.)

Letzter Zugriff auf die URL: 01.06.2022

[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtigte) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]

Diagnose von Schülerkompetenzen:

- Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende der Unterrichtsreihe

Leistungsbewertung:

- *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

Grundkurs – Q 1:

Inhaltsfeld: IF 3 (Genetik)

- **Unterrichtsvorhaben I:** Proteinbiosynthese – *Wie steuern Gene die Ausprägung von Merkmalen? Welche Konsequenzen haben Veränderungen der genetischen Strukturen für einen Organismus? Welche regulatorischen Proteine und Prozesse kontrollieren die Genexpression?*
- **Unterrichtsvorhaben II:** Humangenetische Beratung – *Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden?*

Inhaltliche Schwerpunkte:

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

Basiskonzepte:

System

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

Struktur und Funktion

Proteinbiosynthese, Genetischer Code, Genregulation, Transkriptionsfaktor, Mutation

Entwicklung

Zelldifferenzierung, Meiose

Zeitbedarf:

ca. 30 Stunden à 60 Minuten (Grundkurs)

<p>Unterrichtsvorhaben I</p> <p>Thema/Kontext: Proteinbiosynthese – <i>Wie steuern Gene die Ausprägung von Merkmalen, welche Konsequenzen haben Veränderungen der genetischen Strukturen für einen Organismus und welche regulatorischen Proteine und Prozesse kontrollieren die Genexpression?</i></p>	
<p>Inhaltsfeld 3: Genetik</p>	
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proteinbiosynthese • Genregulation <p>Zeitbedarf:</p> <p>ca. 18 Stunden à 60 Minuten (Grundkurs)</p>	<p>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können...</p> <ul style="list-style-type: none"> • E6 Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen, • UF1 biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern. • UF4 Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen.

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kern- lehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkun- gen und Empfehlungen Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<p><i>Welcher chemische Bestandteil der Chromosomen ist der Träger der Erbinformation?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bakterien • Aufbau und Struktur der DNA (Wh.) <p><i>Wie wird die DNA im Labor vervielfältigt?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • semikonservative Replikation (Wh.) • PCR <p style="text-align: right; color: red;">ca. 6 Stunde</p>	<p>erläutern molekulargenetische Verfahren (u.a. PCR, Gelelektrophorese) und ihre Einsatzgebiete (E4, E2, UF1)</p>	<p>DNA-Modell aus der Sammlung</p> <p>Arbeit mit biologischen Abbildungen</p> <p>Pfeifenreiniger-Modelle und Draht-Perlen-Modell zur Abgrenzung der Begriffe DNA und Chromosom, eventuell auch schon Gen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Meselson und Stahl-Experiment (Pfeifenreiniger) - Replikationsmodell, kann dann auch leicht abgewandelt für die Proteinbiosynthese und Mutationen verwendet werden - u.U. bewegtes Lernen 	<p>Historischer Einstieg in das Inhaltsfeld Genetik über GRIFFITH und AVERY</p> <ul style="list-style-type: none"> • Problematisierung: DNA oder Protein als Träger der Erbinformation? • Auswertung der Versuche und Wiederholung der molekularen Struktur von DNA und Proteinen <p>In diesem Kontext kann auch folgende Kompetenz erworben werden: Die SuS begründen die Verwendung bestimmter Modellorganismen (u.a. <i>E.coli</i>) für besondere Fragestellungen genetischer Forschung. (E6, E3)</p> <p>Betrachtung einer bakteriellen Wachstumskurve</p> <ul style="list-style-type: none"> • Problematisierung durch Wechsel der Systemebenen: Zellverdopplung/DNA-Verdopplung • Wiederholung der semikonservativen Replikation <p>Einblick in die Forschung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung der PCR als Werkzeug zur Vervielfältigung von DNA-Proben auf Grundlage des Replikationsmechanismus
<p><i>Wie steuern Gene die Ausprägung von Merkmalen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ein-Gen-ein-Polypeptid-Hypothese 		<ul style="list-style-type: none"> - Vertiefende Arbeit mit komplexen biologischen Abbildungen - Bewegtes Lernen: Transkription und Translation 	<p>Historischer Zugang über Alkaptonurie (Hypothese von GARROD) und / oder das Experiment von BEADLE und TATUM</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definition des Genbegriffs

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kern- lehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkun- gen und Empfehlungen Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<ul style="list-style-type: none"> • Proteinbiosynthese • Transkription • Genetischer Code <ul style="list-style-type: none"> ○ Eigenschaften • Mechanismus der Translation • Vergleich der Proteinbiosynthese bei Prokaryonten und Eukaryonten • RNA-Prozessierung <p style="text-align: right; color: red;">Ca. 6 Stunden</p>	<p>erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Genmutationen / Mutationsstypen (UF1, UF2).</p> <p>vergleichen die molekularbiologischen Abläufe in der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten (UF1, UF3).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Arbeit mit Modellen (Knetmodelle usw) zur Veranschaulichung des komplexen Mechanismus - Animationen zu allen Schritten der Proteinbiosynthese 	<p>Modellhafte Erarbeitung der Grundschriffe der Proteinbiosynthese (z. B. Einsatz eines dynamischen Funktionsmodells).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nachvollzug des Ablaufs der Transkription anhand einer Animation [3] <p>Erarbeitung der Eigenschaften des genetischen Codes → Anwendung der Codesonne</p> <p>Erwerb von Fachkenntnissen zum Vorgang der Translation</p> <p>Tabellarischer Vergleich der Vorgänge bei der Proteinbiosynthese von Prokaryonten und Eukaryonten (Kompartimentierung, Introns/Exons, Prozessierung, Spleißen, Capping, Tailing, Aufbau der Ribosomen).</p>
<p><i>Wie wirken sich Veränderungen im genetischen Code aus?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Genmutationen 	<p>erläutern Eigenschaften des genetischen Codes und charakterisieren mit dessen Hilfe Genmutationen (UF1, UF2).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Modelle können erneut genutzt werden - auch wieder bewegtes Lernen möglich - Concept-Map für Mutationstypen erstellen/erstellen lassen 	<p>Rückbezug auf Alkaptonurie o. a. genetisch bedingte Erkrankung, um zu Mutationen überzuleiten.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mutationsanalyse auf Genebene <p>Klassifizierung der Mutationstypen, hier insbesondere der Genmutationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Punktmutation (stumm, missense, nonsense), • Rasterschubmutation (Deletion, Insertion)

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kern- lehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkun- gen und Empfehlungen Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<ul style="list-style-type: none"> • Genwirkketten <p><i>Wodurch entstehen Mutationen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mutagene <p style="text-align: right; color: red;">Ca. 4 Stunden</p>	erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp (u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4)	Lehrbuch	z. B. am Beispiel der unterschiedlichen Möglichkeiten einer Mutation, die zur genetisch bedingten Erkrankung „Retinopathia pigmentosa“ führen [5] Erarbeitung der Auswirkungen von Genmutationen auf den Organismus (z .B. bei Retinopathia pigmentosa) und auf Genwirkketten (am Beispiel des Phenylalanin-stoffwechsels) Untersuchung des Einflusses von Mutagenen auf die Entstehung von Mutationen Mögliche Abschlussdiagnose: Vertiefung der Fachkenntnisse z. B anhand einer Lernaufgabe zu „Mondscheinkindern“, Schwerpunkte: „Mutagene“, „Analyse der Mutation“ und „Störung von Reparaturmechanismen“
<p><i>Wie wird die Bildung von Proteinen bei Prokaryoten reguliert?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Tryp-Operon • Lac-Operon 	erläutern und entwickeln Modellvorstellungen auf der Grundlage von Experimenten zur Aufklärung der Genregulation bei Prokaryoten (E2, E5, E6)	<ul style="list-style-type: none"> - Arbeit mit Abbildungen vertiefen/Funktionsmodelle - Nachvollzug von Experimenten 	Erarbeitung der Endprodukthemmung <ul style="list-style-type: none"> • AB Bakterienwachstum auf Tryptophan • Veranschaulichung anhand eines Funktionsmodells Erarbeitung der Substratinduktion <ul style="list-style-type: none"> • AB Bakterienwachstum auf Glucose bei späterer Zugabe von Lactose Übertragung des Funktionsmodells auf Substratinduktion

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kern- lehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkun- gen und Empfehlungen Verbindliche Absprachen im Fettdruck
ca. 3 Stunden			Kennzeichnung beider Regulationstypen als negative Kontrolle

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

Leistungsbewertung:
ggf. Klausur

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/htdocs/ngfn_modul1_arbeitsblatt2.html	Das Unterrichtsmaterial „GENial einfach!“ wurde in Abstimmung mit Wissenschaftlern des Nationalen Genomforschungsnetzes (NGFN) sowie Didaktikern und Lehrkräften erstellt. Zu jedem Modul gibt es Arbeitsblätter mit Abbildungen und Aufgaben. Die Druckvorlagen der Arbeitsblätter sind komplett gestaltet. Jedes Modul schließt mit einer gestalteten Lernkontrolle – ebenfalls als PDF-Datei – ab.
2	https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/biologie/artikel/eiweiss-synthese	Schematische Abbildung des in vitro-Experiments
3	GIDA Molekulare Genetik - Proteinbiosynthese	Leicht verständliche Animationen und aufbereitetes Arbeitsmaterial. Eingestellt bei www.edmond-nrw.de zum kostenlosen Download.
4	http://www.ngfn-2.ngfn.de/genialeinfach/material/Modul%201/Mod_1_AB_5.pdf	vgl. 1
5	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5649	Lernaufgabe „Genmutationstypen am Beispiel der Krankheit Retinopathia pigmentosa“
6	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5648	Lernaufgabe „Tumore: Zellen außer Kontrolle – Welchen Einfluss haben Gene auf die Entstehung von Krebs?“

7	http://molgen.biologie.uni-mainz.de/Downloads/PDFs/Grundpraktikum/transkription2-2017.pdf	Sehr umfassender Überblick über sowohl die negative als auch die positive Kontrolle des Lac-Operons mit zahlreichen Animationen, historischen Bezüge und weiterführenden Fragen.
8	https://www.youtube.com/watch?v=xshPL5hU0Kg	Das Video zeigt sowohl die DNA-Methylierung als auch die Acetylierung der Histone und definiert, was unter Epigenetik zu verstehen ist.
9	https://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/5540?print=yes	Der Artikel in Max-Wissen fasst auch für Schülerinnen und Schüler sehr verständlich DNA-Methylierung und Acetylierung der Histone zusammen.
10	https://www.spektrum.de/alias/videos-aus-der-wissenschaft/gene-zum-schweigen-gebracht-der-faszinierende-mechanismus-der-rna-interferenz/1155469	Das Video zeigt, wie die RNA-Interferenz an der Genregulation beteiligt ist und wie die Kenntnisse über den Mechanismus gentechnisch angewendet werden kann.
11	https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matna-tech/bio/gym/bp2004/fb4/2_gen/zirkel/09_stat_4b/	Innerhalb dieses Lernzirkels können unterschiedliche Methoden der Gentechnik (u.a. <i>Agrobacterium tumefaciens</i> , BT-Mais, Knockout-Organismen, gv-Lachs und die angesprochene RNA-Interferenz an Stationen erarbeitet werden.
12	https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/biologie_ibbp/ag-boehmer/lehre/gentechnik/ss2016/anti-matsch_tomate_2_.pdf	Das PDF-Dokument zeigt anschaulich die gentechnische Herstellung der Anti-Matsch-Tomate und kann alternativ zum Lernzirkel (siehe S.11) eingesetzt werden.

Letzter Zugriff auf die URL: 17.07.2018

Unterrichtsvorhaben II

Thema / Kontext: Humangenetische Beratung – *Wie können genetisch bedingte Krankheiten diagnostiziert und therapiert werden?*

Inhaltsfeld 5: Genetik

Inhaltliche Schwerpunkte:

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

Zeitbedarf:

ca. 11 Std. à 60 Minuten (Grundkurs)

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können...

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

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<p><i>Wie bleibt der artspezifische Chromosomensatz des Menschen von Generation zu Generation erhalten?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Chromosomen • Meiose und Rekombinationsvorgänge • Chromosomen- und Genommutationen (hier z. B. Trisomie 21) <p style="text-align: right; color: red;">ca. 2 Stunden</p>	<p>erläutern die Grundprinzipien der Rekombination (Reduktion und Neukombination der Chromosomen) bei Meiose und Befruchtung (UF4).</p> <p>erklären die Auswirkungen verschiedener Gen-, Chromosom- und Genommutationen auf den Phänotyp (u.a. unter Berücksichtigung von Genwirkketten) (UF1, UF4)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Animation zur Meiose - Pfeifenreiniger-Modelle zur Veranschaulichung - Abgrenzung von der Mitose 	<p>Möglicher Einstieg: Entwicklungszyklus des Menschen</p> <p>Klärung der Begriffe Haploidie und Diploidie sowie Bestimmung des Geschlechts anhand eines Karyogramms</p> <p>Wiederholung der Meiose und des Prinzips der interchromosomalen Rekombination [1, 2]</p> <p>Analyse einer Genommutation (z.B. Trisomie 21, Klinefelter- und Turnersyndrom) Veranschaulichung der Ursachen durch Fehler bei der Meiose eines Elternteils.</p> <p>Erweiterung auf Chromosomenmutationen (z. B. Translokationstrisomie) [3, 4]</p>
<p><i>Wie lassen sich aus Familienstammbäumen Vererbungsmodi ermitteln?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Erbgänge und Stammbaumanalyse <p style="text-align: right; color: red;">ca. 4 Stunden</p>	<p>formulieren bei der Stammbaumanalyse Hypothesen zum Vererbungsmodus genetisch bedingter Merkmale (X-chromosomal, autosomal, Zweifaktorenanalyse; Kopplung, Crossing-over) und begründen die Hypothesen mit vorhandenen Daten auf der Grundlage der Meiose (E1, E3, E5, UF4, K4).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Erarbeitung von einer Liste mit Indizien und Belegen für die Erbgänge - Formulierungshilfen für die sprachliche Darstellung der Stammbaumanalyse - Lehrbuch - Selbstlernplan mit verschiedenen Stammbäumen, Übungen usw. 	<p>Strategien zur fachsprachlich korrekten Auswertung von Stammbäumen werden an mehreren Beispielen im Unterricht eingeübt [5, 6]</p> <p>Korrektur von möglichen Fehlvorstellungen der SuS zu der Beziehung zwischen dominanten und rezessiven Allelen</p>

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<p>Wie können genetisch bedingte Krankheiten zuverlässig diagnostiziert werden?</p> <ul style="list-style-type: none"> Genanalyse mit Short-Tandem-Repeat-Analyse (STR) <p style="text-align: right; color: red;">ca. 2 Stunden</p>	<p>erläutern molekulargenetische Verfahren (u.a. PCR, Gelelektrophorese) und ihre Einsatzgebiete (E4, E2, UF1).</p>	<ul style="list-style-type: none"> Lehrbuch in Kombination mit verschiedenen kurzen Filmsequenzen Expertenvortrag oder Podiumsdiskussion zu den ethischen Aspekten 	<p>Wiederholung der in UV I eingeführten molekulargenetischen Werkzeuge (PCR, Gelelektrophorese) Anwendung dieser Werkzeuge bei der Diagnostik verschiedener genetisch bedingter Krankheiten, z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> Chorea Huntington (STR-Analyse) <p>Ethische Aspekte können auch thematisiert werden.</p>
<p><i>Gentechnik: Welche therapeutischen Ansätze ergeben sich für durch Genmutationen bedingte Krankheiten?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Gentechnische Grundoperationen Anwendungsbereiche <p style="text-align: right; color: red;">ca. 2 Stunden</p>	<p>beschreiben molekulargenetische Werkzeuge und erläutern deren Bedeutung für gentechnische Grundoperationen (UF1).</p>	<p>Expertenvortrag oder Interview als Methode, Material kann vom Lehrer gestellt werden</p>	<p>Zunächst Erarbeitung grundlegender gentechnischer Verfahren am Beispiel der Gewinnung des Humaninsulins [7]</p>

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

Leistungsbewertung:

- ggf. Klausur

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matna-tech/bio/gym/bp2004/fb3/4_klasse9_10/5_vortest/	Vortest für Schülerinnen und Schüler, um die Wissensgrundlagen für die folgende Unterrichtseinheit herzustellen. Online durchführbar oder als pdf- oder Word-Dokument zum Download inklusive Lösungen.
2	http://www.mallig.eduvinet.de/bio/Repetito/Meiose1.html	Interaktiver Online-Selbstlernkurs zur Meiose

3	Zentrale Klausur NRW BI GK 2006	In Aufgabe 2 „Pränatale Diagnoseverfahren in der humangenetischen Beratung“ zeigt das Karyogramm einer Frau mit Kinderwunsch eine balancierte Translokationstrisomie des Chromosom 21 auf das Chromosom 14, mithilfe des in Deutschland allerdings verbotenen Verfahrens der Polkörperchenanalyse soll das Risiko für die Geburt eines Kindes mit Down-Syndrom abgeschätzt werden, wenn eine von drei befruchteten Eizellen implantiert wird.
4	https://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/cms/zentralabiturgost/faecher/getfile.php?file=4009	In Aufgabe 3, Material C der Beispielaufgabe 2017 NRW BI GK sind zwei unterschiedliche Formen der Trisomie 21 Ursache für eine Alzheimer-Demenz.
5	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5646	Lernaufgabe zur Stammbaumanalyse
6	http://www.mallig.eduvinet.de/bio/Repetito/Banaly1.html	Interaktiver Online-Selbstlernkurs zur Stammbaumanalyse
7	http://www.biologyjunction.com/ecoli%20insulin%20factory.pdf	Mit Papier und Schere werden die Schritte zur Insulinsynthese durch Bakterien modellhaft nachvollzogen. Die Anleitung ist in englischer Sprache.
8	https://www.stammzellen.nrw.de/	Umfangreiche Internetseite, enthält u.a. Kurzvideos zu verschiedenen Typen von Stammzellen, und Download-Material für die Durchführung von Diskursprojekten zu der Forschung an humanen embryonalen Stammzellen sowie zum therapeutischen Klonen.
9	https://www.apotheken-umschau.de/AMD	Verständliche Materialien zu Ursachen und Symptomen der Makula-degeneration
10	https://www.gensuisse.ch/de/gentechnik-folienset	18 farbige und illustrierte Folien vermitteln übersichtlich und fundiert die Grundlagen der Gentechnik und zeigen anschauliche und leicht verständliche Anwendungsbeispiele zu verschiedenen Themen. Zu jeder Folie gibt es einen erklärenden Begleittext mit aktuellen und weiterführenden Informationen. Folien und Begleittexte stehen einzeln oder im Set als praktische PDF-Dateien zum Ausdrucken zur Verfügung.

Letzter Zugriff auf die URL: 17.07.2018

Grundkurs – Q 1:

Inhaltsfeld: IF 5 (Ökologie)

- **Unterrichtsvorhaben III:** Autökologische Untersuchungen -
Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf die Standortwahl und Anpassungen von Organismen?
- **Unterrichtsvorhaben IV:** Trophieebenen –
Was passiert mit der von den Pflanzen umgewandelten Energie?
- **Unterrichtsvorhaben V:** Populationsdynamik –
Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?
- **Unterrichtsvorhaben VI:** Veränderungen von Ökosystemen –
Welchen Einfluss haben anthropogene Faktoren auf ausgewählte Ökosysteme?

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Umweltfaktoren und ökologische Potenz
- Dynamik von Populationen
- Stoffkreislauf 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. 25 Stunden À 60 Minuten (Grundkurs)

Unterrichtsvorhaben III

Thema/Kontext: Autökologische Untersuchungen - *Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf die Standortwahl und Anpassungen von Organismen?*

Inhaltsfeld 5: Ökologie
Inhaltlicher Schwerpunkt:

Umweltfaktoren und ökologische Potenz

Zeitbedarf:

ca. 9 Stunden à 60 Minuten (Grundkurs)

ca. 20 UStd. à 45 Minuten (Leistungskurs)

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können...

- **UF3** biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen.
- **E1** selbstständig in unterschiedlichen Kontexten biologische Probleme identifizieren, analysieren und in Form biologischer Fragestellungen präzisieren.
- **E2** Beobachtungen und Messungen, auch mithilfe komplexer Apparaturen, sachgerecht erläutern.
- **E4** Experimente mit komplexen Versuchsplänen und –aufbauten mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien (Sicherheit, Messvorschriften, Variablenkontrolle, Fehleranalyse) durchführen.
- **E5** Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern.

	<ul style="list-style-type: none"> • K4 sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen belegen bzw. widerlegen.
--	--

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i> inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<p><i>Wie können die Lebensprozesse in einem geschlossenen System aufrechterhalten werden?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Zusammenhänge in einem Ökosystem (Wiederholung) <ul style="list-style-type: none"> ○ Biotop und Biozönose ○ Kreisläufe und Sukzession <p style="text-align: right; color: red;">ca. 1 Stunde</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Analogien zwischen einem Haus/einem Wohnviertel und einem Biotop/Ökosystem finden und zur Veranschaulichung nutzen - Verschiedene Ökosysteme betrachten und die Fachbegriffe anwenden - Ökosystem See als Schwerpunkt 	<p>Einführung am Beispiel „Ein Ökosystem im Glas“</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung der Vorkenntnisse anhand eines Modells (z. B. Flaschengarten, Ecosphere, Aquarium, Biosphere II...). • Erarbeitung und Veranschaulichung der ökologischen Grundprinzipien. • Diagnose des Grundverständnisses zum Aufbau und zur Regulation von Ökosystemen. [1] <p>Vorstellung eines linearen Arbeitsplans (advance organizer): vgl. Reihenfolge der Unterrichtsvorhaben</p>
<p><i>Welchen Einfluss haben abiotische Faktoren auf das Vorkommen von Arten?</i></p>	<p>erläutern die Aussagekraft von biologischen Regeln (u.a. tiergeographische Regeln) und grenzen diese von naturwissenschaftlichen Gesetzen ab (E7, K4).</p>	<p>Lehrbuch Experimente zu den Klimaregeln</p>	<p>Vertiefende Betrachtung des Umweltfaktors „Temperatur“ z. B. anhand der Frage: „Warum gibt es Eisbären, aber keine Eismäuse?“</p>

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<ul style="list-style-type: none"> • Abiotischer Faktor Temperatur • Klimaregeln • Thermoregulation bei Poikilothermen und Homoiothermen • Toleranzbereiche ausgewählter Beispielorganismen (stenöke und euryöke Arten) ca. 4 Stunden 	entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1,E5)		<ul style="list-style-type: none"> • Modellversuche zur Bergmannschen und Allenschen Regel • Gegenüberstellung RGT-Regel und tiergeographische Regel • Reflexion der naturwissenschaftlichen Prinzipien (physikalisch und stoffwechselphysiologisch), Berechnung des Oberfläche-Volumen-Verhältnisses • Strategien zur Thermoregulation (Endo- und Ektothermie) [2] • Vernetzung der Erkenntnisse zu den Anpasstheiten an die Jahreszeiten mit dem Konzept zu tiergeographischen Regeln und Ableitung grundlegender Prinzipien <p>zunächst Auswertung von Diagrammen zur physiologischen Potenz verschiedener Arten nur im Einfaktoren-Experiment</p>
<i>Welchen Einfluss haben mehrere Umweltfaktoren auf die Existenz einer Art in einem Biotop?</i>	zeigen den Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von Bioindikatoren und der Intensität abiotischer Faktoren in einem beliebigen Ökosystem (auf) (UF3, UF4, E4),	<ul style="list-style-type: none"> - Methodenkarte zur Beschreibung und Deutung von Diagrammen - Lehrbuch - Exkursion in das Haus Ruhrnatur (Bioindikatoren, Toleranzen, Anpassung usw.) 	Betrachtung multifaktorieller Systeme, Auswertung von Daten , um die Interpretation von Toleranzkurven zu vertiefen: <ul style="list-style-type: none"> • (Temperatur/Licht) z. B. bei Laufkäfern (<i>Nebria brevicollis</i>) oder • (Temperatur/Feuchtigkeit) z. B. bei Kiefernspinnern

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<ul style="list-style-type: none"> • Physiologische Potenz und Toleranzbereiche • Minimumgesetz • Bioindikatoren • Abiotischer Faktor Licht • Anpassungsmerkmale in der Blattmorphologie <p style="text-align: right; color: red;">ca. 3 Stunden</p>			<p>Einsicht in das komplexe Zusammenwirken mehrerer Umweltfaktoren auf das Vorkommen einer Art</p> <p>Erklärung von Abweichungen in der Standortwahl bei multifaktorieller Betrachtung im Vergleich zur ermittelten physiologischen Potenz bei der Betrachtung nur eines einzigen Faktors</p> <ul style="list-style-type: none"> • Minimumgesetz • <p>Auswirkungen des Umweltfaktors Licht auf die Flora eines Ökosystems:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyse der Verbreitung ausgewählter Schattenpflanzen (z. B. Sauerklee <i>Oxalis acetosella</i>). • Definition Bioindikatoren, vergleichende Betrachtung der Zeigerwerte, z. B. von Sauerklee: Tiefschattenpflanze mit Lichtzahl 1 und Halbschattenpflanze Löwenzahn (Blattdimorphismus) mit Lichtzahl 7 • Morphologie von Licht- und Schattenblättern, z. B. <ul style="list-style-type: none"> ○ Löwenzahn, Buche (Fertigpräparate/Abbildungen)

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- Schaubild zu den Zusammenhängen in einem Modellökosystem
- Protokolle

Leistungsbewertung:

- ggf. Klausur

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5647	Verschiedene Diagnose-Werkzeuge im Überblick
2	https://www3.hhu.de/biodidaktik/Steuerung_Regelung/thermo/therm1.html	Physiologische Grundlagen der Thermoregulation, Regelkreisschema zur Thermoregulation beim Menschen

Letzter Zugriff auf die URL: 17.10.2018

Unterrichtsvorhaben IV	
Thema / Kontext: Trophieebenen – <i>Was passiert mit der von den Pflanzen umgewandelten Energie?</i>	
Inhaltsfeld 5: Ökologie	
<p>Inhaltlicher Schwerpunkt:</p> <p>Stoffkreislauf und Energiefluss</p> <p>Zeitbedarf:</p> <p>ca. 3 Stunden à 60 Minuten (Grundkurs)</p>	<p>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können...</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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.

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<p><i>Was passiert mit der von den Pflanzen umgewandelten Energie?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Nahrungskette, Nahrungsnetz • Trophieebenen 	<p>stellen energetische und stoffliche Beziehungen verschiedener Organismen unter</p>	<p>Abbildungen aus verschiedenen Lehrbüchern zu den einzelnen Themen Animationen</p>	<p>Bewusstmachung: Bedeutung der Fotosynthese für das Leben auf der Erde</p> <p>Schematische Darstellung einer Nahrungskette und eines komplexen Nahrungsnetzes</p>

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmer- kungen und Empfehlungen Verbindliche Absprachen im Fett- druck
<ul style="list-style-type: none"> Kohlenstoffkreislauf <p style="text-align: right; color: red;">ca. 3 Stunden</p>	den Aspekten von Nahrungskette, Nahrungsnetz und Trophieebene formal, sprachlich und fachlich korrekt dar (K1, K3).		Analyse von Schemata (Zahlen-, Bio- masse-, Energiepyramiden), Einbahn- straße Energiefluss SuS differenzieren zwischen Kurz- und Langzeitkreislauf des Kohlenstoffs.

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	http://www.journaloftheoretics.com/links/Papers/TDBU.pdf	Wissenschaftlicher Artikel (englischsprachig), darin enthalten: Abbildung zur hydraulischen Modellvorstellung zur Bottom up- und top Down-Regulation

Letzter Zugriff auf die URL: 17.10.2018

Unterrichtsvorhaben V			
Thema / Kontext: Populationsdynamik – <i>Welchen Einfluss haben inter- und intraspezifische Beziehungen auf Populationen?</i>			
Inhaltsfeld 5: Ökologie			
Inhaltlicher Schwerpunkt: Dynamik von Populationen Zeitbedarf: <i>ca. 8 à 60 Minuten (Grundkurs)</i>		Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler können... <ul style="list-style-type: none"> • UF2 zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden. • UF3 biologische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen, strukturieren und ihre Entscheidung begründen. • E5 Daten und Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern. • E6 Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder voraussagen. • E7 naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen. • K3 biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren 	
Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen

	Die Schülerinnen und Schüler...		Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<p><i>Welche Bedingungen beeinflussen die unterschiedlichen Wachstumsraten von Populationen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • dichteabhängige/dichteunabhängige Faktoren • Populationsdichte • Lebenszyklusstrategie (K- und r-Strategie) <p style="text-align: right; color: red;">ca. 3 Stunden</p>	<p>beschreiben die Dynamik von Populationen in Abhängigkeit von dichteabhängigen und dichteunabhängigen Faktoren (UF1)</p> <p>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-Lebensstrategien ab (E5, UF1, UF2, UF3, UF4)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Vertiefung des Umgangs mit Diagrammen - Selbstständige Herleitung der L-V-Regeln anhand von Beispielen (z.B. Elodea-Bekämpfung im Baldeney-See durch Friedfischeinsatz) - Expertenvortrag oder Podiumsdiskussion 	<p>Analyse des Wachstums von z. B. Rentierpopulationen</p> <p>SuS benennen dichteunabhängige Faktoren (=abiotische Faktoren aus Unterrichtsvorhaben III) sowie dichteabhängige Faktoren anhand des Beispiels Modellrechnungen zum Wachstum von z. B. Kaninchenpopulationen und menschlicher Population</p> <p>SuS erklären den Unterschied zwischen exponentiellem und logistischem Populationswachstum.</p> <p>Vergleichende Tabelle zu K- und r-Strategien (Mensch/ Fuchs/Kaninchen) unter Berücksichtigung verschiedener Kriterien wie Lebensdauer, Populationsgröße, Nähe zur Kapazitätsgrenze, Brutpflege, Fortpflanzungshäufigkeit, Anzahl der Nachkommen, Größe der Nachkommenschaft</p>
<p><i>Welchen Einfluss haben andere Arten auf die Entwicklung einer Population?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Konkurrenz, Konkurrenzausschlussprinzip, Konkurrenzvermeidung 	<p>leiten aus Untersuchungsdaten zu intra- und interspezifischen Beziehungen (u.a. Parasitismus, Symbiose, Konkurrenz) mögliche Folgen für die jeweiligen Arten ab und präsentieren diese unter</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Lehrbuch - Arbeit mit Diagrammen und Abbildungen - Animationen - Räuber-Beute-Spiel 	<p>Auswertung von Daten zur Populationsentwicklung z. B. von <i>Paramecium</i> im Laborversuch von GAUSE [1], alternativ: Kieselalgenversuch von TILMAN [2]</p> <p>a) bei Einzelkultur</p> <p>b) in gemeinsamer Kultur</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Koexistenz durch Einnischung • Räuber-Beute-Beziehungen • Parasitismus und Symbiose 	<p>Verwendung angemessener Medien (E5, K3, UF1).</p> <p>erklären mit Hilfe des Modells der ökologischen Nische die Koexistenz von Arten (E6, UF1, UF2, K4).</p> <p>untersuchen die Veränderungen von Populationen mit Hilfe von Simulationen auf der Grundlage des Lotka-Volterra-Modells (E6).</p> <p>erläutern die Aussagekraft von biologischen Regeln (u.a. tiergeographische Regeln) und grenzen diese von naturwissenschaftlichen m Gesetzen ab (E7, K4)</p> <p>leiten aus Untersuchungsdaten zu intra- und interspezifischen Beziehungen (Parasitismus, Symbiose, Konkurrenz) mögliche Folgen für die jeweiligen Arten ab und präsentieren diese unter Verwendung</p>	<p>s.o.</p> <p>aktuelle Beispiele aus den Medien</p> <p>Expertenvortrag: Auswirkungen der Globalisierung auf Parasitismus (Kuckuck) und Symbiosen</p>	<p>Die SuS leiten daraus selbständig eine Definition zur Konkurrenzvermeidung und zum Konkurrenzausschlussprinzip ab.</p> <p>Begriffsklärung ökologische Nische, ökologische und physiologische Potenz am Beispiel von Mischkulturen im Freiland (z. B. Versuche von BAZZAZ, AUSTIN mit verschiedenen Grasarten [3] bzw. Hohenheimer Grundwasserversuch von ELLERSBERGER [4])</p> <p>Analyse von Daten zur Populationsentwicklung z. B. von Schneeschuhhase/Kanadaluchs und räuberische Milben /Pflanzenmilbe, 1. und 2. Lotka-Volterra Regel</p> <p>Partnerarbeit: Analyse von Untersuchungsdaten zur Unterscheidung von Parasitismus und Symbiose an je einem Beispiel [5]</p>
---	--	---	---

ca. 4 Stunden	angemessener Medien (E5, K3, UF1).		
---------------	------------------------------------	--	--

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- Begriffliche Netzwerke
- Auswertung von Diagrammen
- **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>

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	http://www.science-live-lemgo.de/paramecium.pdf	Arbeitsblatt mit Arbeitsaufträgen, die Homepage selbst bietet zahlreiche weitere Materialien zu verschiedenen Themen, u.a. Gruppenpuzzle und Mystery-Rätsel
2	http://www.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.4319/lo.1981.26.6.1020/pdf	Im Originalpaper finden sich auf S. 1025 links sowie auf S. 1027 oben die entsprechenden Wachstumskurven der Kieselalgen.
3	http://www.u-helmich.de/bio/oek/oek03/31-Konkurrenz/indexOek31.html	Enthält die Experimente von GAUSE und BAZZAZ.
4	http://www.mallig.eduvinet.de/bio/oekologi/ufaktor1.htm	Selbstlernprogramm zur Ökologie, enthält den Hohenheimer Versuch
5	Zentralabituraufgaben 2008 Bio-LK HT 3 und Bio-LK HAT 3 2013 NRW	Dort finden sich Untersuchungsdaten zu Symbiose und Parasitismus.

Letzter Zugriff auf die URL: 17.10.2018

Unterrichtsvorhaben VI	
Thema / Kontext: Veränderungen von Ökosystemen – <i>Welchen Einfluss haben anthropogene Faktoren auf ausgewählte Ökosysteme?</i>	
Inhaltsfeld 5: Ökologie	
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mensch und Ökosysteme <p>Zeitbedarf:</p> <p style="color: red;">ca. 5 Stunden à 60 Minuten</p>	<p>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können...</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. • 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.

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kern- lehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Empfohlene Lehrmittel/ Ma- terialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmer- kungen und Empfehlungen Verbindliche Absprachen im Fett- druck
<p><i>Wie verändert das absichtliche o- der unbeabsichtigte Einbringen von Neobiota ein bestehendes Ökosys- tem?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Neobiota • Schädlingsbekämpfung <p style="text-align: right; color: red;">ca. 3 Stunden</p>	<p>recherchieren Beispiele für die biologi- sche Invasion von Arten und leiten Folgen für das Ökosystem ab (K2, K4)</p> <p>untersuchen die Veränderungen von Po- pulationen mit Hilfe von Simulationen auf der Grundlage des Lotka-Volterra-Modells (E6)</p>	<p>Aktuelle Medien, z.B. Tages- und Wochenzeitung oder auch das Internet</p> <p>Animationen</p>	<p>Recherche und Präsentationen zu aus- gewählten Neobiota und ihrem Einfluss auf die Entwicklung von Ökosystemen, z. B.: Aga-Kröte im Victoria River, Fo- relle in Neuseeland, Zebramuscheln im Hudson River, Mungo auf Jamaika, Grauhörnchen in England / Italien, Buchsbaumzünsler, Riesenbärenklau, Goldrute</p> <p>Bewertung der Vor- und Nachteile ver- schiedener Schädlingsbekämpfungs- methoden, mögliche Beispiele: Aga- Kröte im Victoria River, Mungo auf Ja- maika</p> <p>evtl. Diskussion über den Einsatz von Glyphosat</p> <p>im Zusammenhang mit chemischer Schädlingsbekämpfung: Lotka-Vol- terra-Regel 3</p>
<p><i>Welche Auswirkungen haben Eingriffe des Menschen in Ökosysteme auf deren natürliche Sukzession?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sukzessionsstadien 	<p>entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Än- derungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1, E5)</p>	<p>Aktuelle Medien und Bsp. Podiumsdiskussion oder Expertenvortrag oder Interview</p>	<p>Sukzessionsstadien eines ausgewählten Ökosystems, z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Folgen von (natürlicher oder menschlich bedingter) Entwaldung: Sukzessionsstadien eines mitteleuropäischen

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kern- lehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Empfohlene Lehrmittel/ Ma- terialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmer- kungen und Empfehlungen Verbindliche Absprachen im Fett- druck
<ul style="list-style-type: none"> • Pioniergesellschaft • Folgegesellschaften • Klimagesellschaft <p style="text-align: right; color: red;">ca. 2 Stunden</p>	leiten aus Daten zu abiotischen und bi- otischen Faktoren Zusammenhänge im Hinblick auf zyklische und sukzessive Veränderungen (Abundanz und Disper- sion von Arten) sowie K- und r-Lebens- strategien ab (E5, UF1, UF2, UF3, UF4)		Waldes/Mosaikzyklen Hier evtl. Nutzung historischer Karten zur Besprechung der Entwicklung des Waldes in Mitteleuropa <ul style="list-style-type: none"> • Folgen der Rodung des Regenwaldes für die Palmölgewinnung [8, 9] • Folgen von menschlich bedingten Umweltkatastrophen, z. B. der Sandoz-Katastrophe 1986 [10]

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- Pro-/Contra-Diskussion
- selbst erstelltes Schaubild zum Kohlenstoffkreislauf und menschlicher Beeinflussung

Leistungsbewertung:

- ggf. Klausur

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	http://li.hamburg.de/content-blob/8718964/e99c3924c7aca7074a05aaf67c94c8e1/data/download-pdf-neophyten-infos-und-materialien.pdf	Informationen und Materialien rund um das Thema Neophyten

2	http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Kohlendioxid-Konzentration	Die Website gibt Informationen zur aktuellen Entwicklung des Kohlendioxid-Gehalts der Atmosphäre sowie zum Kohlendioxidgehalt in der frühen Atmosphäre. Sie enthält einige Grafiken zur Veranschaulichung, u.a. Daten der Messstation Mauna Loa, Hawaii, seit 1959.
3	https://www.pik-potsdam.de/forschung/klimawirkung-vulnerabilitat/projekte/projektseiten/pikee/links-1/Zusammenfassung%20aller%20Arbeitsblaetter.pdf	Sammlung von Arbeitsblättern zu Auswirkungen des Klimawandels auf Deutschland., S.213: Entwicklung der CO ₂ -Emissionen der vier globalen Hauptemittenten (1990–2013) in den Partnerstädten Bonn (Deutschland) und Chengdu (China)
4	http://www.globales-lernen-schule-nrw.de/fileadmin/user_upload/klp/Gesamtliste/Gesamtliste-Unterrichtsmodule-2017.pdf	Gesamtliste von Unterrichtsmaterialien für verschiedene Schulformen und Jahrgangsstufen, die sich mit dem Themengebiet „Nachhaltigkeit und Gerechtigkeit in einer globalen Welt“ auseinandersetzen. Hier findet man für das aktuelle Unterrichtsvorhaben u.a. Materialien zur Welternährung.
5	http://li.hamburg.de/publikationen/2817780/globales-lernen-hunger/	Das 52-seitige Heft aus der Reihe „Globales Lernen - Hamburger Unterrichtsmodelle zum KMK-Orientierungsrahmen Globale Entwicklung“ beschäftigt sich mit den Folgen von Biosprit, Fleischkonsum und Klimawandel für die Welternährung. Es bietet neben Hintergrundinformationen viele praktische Arbeitshilfen: u.a. Lehrerbegleitmaterial, Planungsskizzen, Bewertungsbögen (auch zur Selbsteinschätzung) und Arbeitsblätter. Ergänzt wird das Heft durch eine DVD mit Materialien und Filmen. Bestellung oder kostenloser Download sind möglich.
6	https://www.fussabdruck.de/	Internetseite zur Berechnung des eigenen ökologischen Fußabdrucks mit individuellen Tipps zu nachhaltigerem Konsumverhalten
7	http://www.planet-schule.de/sf/multimedia-simulationen-detail.php?projekt=klima	Klimasimulation anhand von drei verschiedenen Gewichtungen von fossiler und erneuerbarer Energie beim zukünftigen Gesamtenergieverbrauch. Es lassen sich verschiedene Zeiträume von 1900 bis 2200 einstellen. Die Ergebnisse der Simulation werden anhand von drei Skalen visualisiert: Kohlendioxid-Konzentration, durchschnittliche Jahrestemperatur und Anstieg des Meeresspiegels. Die Ergebnisse lassen sich als Liniendiagramme aufrufen und ausdrucken.
8	https://utopia.de/ratgeber/bio-palmoel/	Diskussion: Bio-Palmöl als zertifizierte Zerstörung des Regenwaldes oder als echte Alternative? Informationen zu der Vielfalt an Produkten, die Palmöl enthalten

9	http://www.faz.net/aktuell/wissen/palmoel-der-regenwald-aufs-brot-geschmiert-13825085.html?printPagedArticle=true#pageIndex_0	Problematik der Zertifizierung vermeintlich nachhaltigen Anbaus von Palmöl, Problematik von nachhaltigen Alternativen
10	http://flussgebiete.hessen.de/fileadmin/dokumente/4_oeffentlichkeitsbeteiligung/111123reinhard.pdf	Präsentation über Ablauf und Folgen der Sandoz-Katastrophe 1986, mit Bildern (z. B. Unterwasseraufnahmen des Rheins vor und nach der Katastrophe), Gewässerschutzmaßnahmen als Konsequenz aus der Katastrophe

Letzter Zugriff auf die URL: 17.10.2018

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 evolutionären 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, Artbildung, Phylogenese

Zeitbedarf: ca. 32 Std. à 45 Minuten

Unterrichtsvorhaben I:			
Thema/ Kontext I: Evolution in Aktion - <i>Welche Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel?</i>			
Inhaltsfelder: Evolution			
Inhaltliche Schwerpunkte: <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen evolutiver Veränderung • Artbegriff und Artbildung • Stammbäume (Teil1) <p>Zeitaufwand: ca. 12 Std. à 60 Minuten</p>		Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler können ... <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>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</p>	
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
<i>Welche genetischen Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel?</i> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen des evolutiven Wandels 	erläutern das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen (UF1, UF4). erläutern den Einfluss der Evolutionsfaktoren (Mutation, Rekombination, Selektion,	Bausteine für <i>advance organizer</i>	<i>Advance organizer</i> wird aus vorgegebenen Bausteinen zusammengesetzt. An vorgegebenen Materialien zur genetischen

<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen biologischer Anpasstheit • Populationen und ihre genetische Struktur 	<p>Gendrift) auf den Genpool der Population (UF4, UF1).</p>	<p>Materialien zur genetischen Variabilität und ihren Ursachen. Beispiel: Hainschnirkelschnecken</p> <p>concept map</p> <p>Lerntempoduett zu abiotischen und biotischen Selektionsfaktoren (Beispiel: Birkenspanner, Kerguelen-Fliege)</p> <p>Gruppengleiches Spiel zur Selektion</p>	<p>Variabilität wird arbeitsgleich gearbeitet. Auswertung als <i>concept map</i></p> <p>Ein Expertengespräch wird entwickelt.</p> <p>Das Spiel wird durchgeführt und ausgewertet; eine Reflexion wird vorgenommen.</p>
<p><i>Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Isolationsmechanismen • Artbildung 	<p>erklären Modellvorstellungen zu allopatrischen und sympatrischen Artbildungsprozessen an Beispielen (E6, UF1).</p>	<p>kurze Informationstexte zu Isolationsmechanismen</p> <p>Karten mit Fachbegriffen</p> <p>Zeitungsartikel zur sympatrischen Artbildung</p>	<p>Je ein zoologisches und ein botanisches Beispiel pro Isolationsmechanismus werden verteilt.</p> <p>Eine tabellarische Übersicht wird erstellt und eine Definition zur allopatrischen Artbildung wird entwickelt.</p> <p>Unterschiede zwischen sympatrischer und allopatrischer Artbildung werden erarbeitet.</p>

<p><i>Welche Ursachen führen zur großen Artenvielfalt?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Adaptive Radiation 	<p>stellen den Vorgang der adaptiven Radiation unter dem Aspekt der Angepasstheit dar (UF2, UF4).</p>	<p>Bilder und Texte zum Thema „Adaptive Radiation der Darwinfinken“</p> <p>bewegliches Tafelbild</p> <p>Evaluation</p>	<p>Ein Konzept zur Entstehung der adaptiven Radiation wird entwickelt.</p> <p>Ergebnisse werden mit flexibel gestaltbaren Präsentationen an der Tafel dargestellt.</p> <p>Fragenkatalog zur Selbst- und Fremdkontrolle wird selbstständig erstellt.</p> <p>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz: selbstständiges Erstellen eines Evaluationsbogens</p>
<p><i>Welche Ursachen führen zur Coevolution und welche Vorteile ergeben sich?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Coevolution • Selektion und Anpassung 	<p>wählen angemessene Medien zur Darstellung von Beispielen zur Coevolution aus Zoologie und Botanik aus und präsentieren Beispiele (K3, UF2).</p> <p>belegen an Beispielen den aktuellen evolutionären Wandel von Organismen (u.a. mithilfe von Auszügen aus Gendatenbanken) (E2, E5).</p>	<p>Realobjekt: Ameisenpflanze</p> <p>Texte und Schemata zur Kosten-Nutzen-Analyse</p> <p>mediengestützte Präsentationen</p>	<p>Eine Kosten-Nutzen-Analyse wird erstellt.</p> <p>Anhand einer selbst gewählten medialen Darstellung werden verschiedene Beispiele der Coevolution präsentiert.</p> <p>Mittels inhalts- und darstellungsbezogenem Kriterienkatalog werden</p>

		<p>Kriterienkatalog zur Beurteilung von Präsentationen</p> <p>Lerntheke zum Thema „Schutz vor Beutegreifern“</p> <p>Filmanalyse</p>	<p>Präsentationen beurteilt.</p> <p>Anhand unterschiedlicher Beispiele wird der Schutz vor Beutegreifern (Mimikry, Mimese, etc.) unter dem Aspekt des evolutionären Wandels von Organismen erarbeitet.</p> <p>Fachbegriffe werden den im Film aufgeführten Beispielen zugeordnet.</p> <p>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz: Einsatz eines Kriterienkatalogs zur Beurteilung von Präsentationen</p>
<p><i>Wie lassen sich die evolutionen Mechanismen in einer Theorie zusammenfassen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Synthetische Evolutionstheorie 	<p>stellen die Synthetische Evolutionstheorie zusammenfassend dar (UF2, UF4).</p>	<p>Informationstext</p>	<p>Die Faktoren, die zur Entwicklung der Evolutionstheorie führten, werden mithilfe einer Textsammlung aus Schulbüchern kritisch analysiert.</p> <p>Eine vollständige Definition der Synthetischen</p>

		Strukturlegetechnik zur synthetischen Evolutionstheorie	Evolutionstheorie wird erarbeitet.
<p><i>Was deutet auf verwandtschaftliche Beziehungen von Lebewesen hin?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Belege für die Evolution • konvergente und divergente Entwicklung 	<p>stellen Belege für die Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie (u.a. Molekularbiologie) adressatengerecht dar (K1, K3).</p> <p>analysieren molekulargenetische Daten und deuten diese im Hinblick auf die Verbreitung von Allelen und Verwandtschaftsbeziehungen von Lebewesen (E5, E6).</p> <p>deuten Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Merkmalen von Organismen zum Beleg konvergenter und divergenter Entwicklungen (E5, UF3).</p>	<p>Abbildungen von Beispielen konvergenter /divergenter Entwicklung und Homologien</p> <p>Arbeitsteilige Gruppenarbeit</p> <p>Texte und Abbildungen zu verschiedenen Untersuchungsmethoden: DNA-DNA-Hybridisierung, Aminosäure- und DNA-Sequenzanalysen, etc.</p>	<p>Definitionen werden anhand der Abbildungen entwickelt.</p> <p>Die unterschiedlichen Methoden werden analysiert und vor dem Kurs präsentiert.</p>
<p><i>Wie lassen sich Verwandtschaftsverhältnisse ermitteln und systematisieren?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Homologien • Grundlagen der Systematik 	<p>entwickeln und erläutern Hypothesen zu phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Homologien (E3, E5, K1, K4).</p> <p>beschreiben die Einordnung von Lebewesen mithilfe der Systematik und der binären Nomenklatur (UF1, UF4).</p> <p>erstellen und analysieren Stammbäume anhand von Daten zur Ermittlung von Verwandtschaftsbeziehungen der Arten (E3, E5).</p>	<p>Daten und Abbildungen zu morphologischen Merkmalen der Wirbeltiere und der Unterschiede</p> <p>Ergebnisse/Daten von molekulargenetischer Analysen</p> <p>Bilder und Texte zu Apomorphien und Plesiomorphien und zur Nomenklatur</p> <p>Lernplakat mit Stammbaumentwurf</p>	<p>Daten werden ausgewertet und Stammbäume erstellt.</p>

		<p>Museumsrundgang</p>	<p>Ergebnisse werden diskutiert.</p>
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • KLP-Überprüfungsform: „Darstellungsaufgabe“ (<i>concept map, advance organizer</i>), Erstellen eines Fragenkatalogs zur Fremd- und Selbstkontrolle <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • KLP-Überprüfungsform: „Beurteilungsaufgabe“ • Ggf. Klausur 			

Unterrichtsvorhaben II: Thema/Kontext: Evolution von Sozialstrukturen – <i>Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?</i>			
Inhaltsfeld: Evolution			
Inhaltliche Schwerpunkte: <ul style="list-style-type: none"> • Evolution und Verhalten Zeitbedarf: ca. 6 Std. à 60 Minuten		Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler können ... <ul style="list-style-type: none"> • 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
<i>Wie konnten sich Sexualdimorphismen im Verlauf der Evolution etablieren, obwohl sie auf die natürliche Selektion bezogen eher Handicaps bzw. einen Nachteil darstellen?</i> <ul style="list-style-type: none"> • Evolution der Sexualität • Sexuelle Selektion <ul style="list-style-type: none"> - 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) <ul style="list-style-type: none"> - zu Beispielen aus dem Tierreich und - zu ultimativen Erklärungsansätzen bzw. Theorien (Gruppenselektionstheorie und Individualelektionstheorie) Ggf. Powerpoint-Präsentationen	Das Phänomen Sexualdimorphismus wird visuell vermittelt.

<p>- reproduktive Fitness</p>		<p>Beobachtungsbogen</p>	<p>Präsentationen werden inhalts- und darstellungsbezogen evaluiert.</p>
<p><i>Wieso gibt es unterschiedliche Sozial- und Paarsysteme?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Paarungssysteme • Habitatwahl 	<p>analysieren anhand von Daten die evolutionäre Entwicklung von Sozialstrukturen (Paarungssysteme, Habitatwahl) unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (E5, UF2, UF4, K4).</p>	<p>Daten aus der Literatur zum Gruppenverhalten und Sozialstrukturen von Schimpansen, Gorillas und Orang-Utans</p> <p>Graphiken / Soziogramme</p> <p>gestufte Hilfen zur Erschließung von Graphiken / Soziogrammen</p> <p>Präsentationen</p>	<p>Lebensgemeinschaften werden anhand von wissenschaftlichen Untersuchungsergebnissen und grundlegenden Theorien analysiert.</p> <p>Erklärungshypothesen werden veranschaulichend dargestellt.</p> <p>Ergebnisse werden vorgestellt und seitens der SuS inhalts- und darstellungsbezogen beurteilt.</p>
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • KLP-Überprüfungsform: „Analyseaufgabe“ • Ggf. Klausur 			

Unterrichtsvorhaben III: Thema/ Kontext: Humanevolution – <i>Wie entstand der heutige Mensch?</i>			
Inhaltsfeld: Evolution/ Genetik			
Inhaltliche Schwerpunkte: <ul style="list-style-type: none"> • Evolution des Menschen • Stammbäume (Teil 2) Zeitaufwand: 6 Std. à 60 Minuten		Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler können ... <ul style="list-style-type: none"> • 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
<i>Mensch und Affe – wie nahe verwandt sind sie?</i> <ul style="list-style-type: none"> • Primatenevolution 	ordnen den modernen Menschen kriteriengeleitet Primaten zu (UF3). entwickeln und erläutern Hypothesen zu phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Daten zu anatomisch-morphologischen und molekularen Homologien (E3, E5, K1, K4). erstellen und analysieren Stammbäume anhand von Daten zur Ermittlung von	verschiedene Entwürfe von Stammbäumen der Primaten basierend auf anatomisch-morphologischen Belegen Schädelvergleich Schimpanse - Mensch DNA-Sequenzanalysen verschiedener Primaten	Daten werden analysiert, Ergebnisse ausgewertet und Hypothesen diskutiert. Auf der Basis der Ergebnisse wird ein präziser Stammbaum erstellt.

	Verwandtschaftsbeziehungen von Arten (E3, E5).	Tabelle: Überblick über Parasiten verschiedener Primaten	
<p><i>Wie erfolgte die Evolution des Menschen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Hominidenevolution 	diskutieren wissenschaftliche Befunde (u.a. Schlüsselmerkmale) und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch-konstruktiv (K4, E7, B4).	<p>Schädelvergleich verschiedener Hominiden</p> <p>Artikel aus Fachzeitschriften</p> <p>Hot potatoes Quiz</p>	<p>Vorträge werden entwickelt und vor der Lerngruppe gehalten.</p> <p>Der Lernzuwachs wird mittels Quiz kontrolliert.</p> <p>Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz:</p> <p>Bewerten der Zuverlässigkeit von wissenschaftlichen Quellen/ Untersuchungen</p>
<p><i>Wieviele Neandertaler stecken in uns?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Homo sapiens sapiens</i> 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.
<p><i>Wie lässt sich Rassismus biologisch widerlegen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Menschliche Rassen gestern und heute 	Bewerten die Problematik des Rassebegriffs beim Menschen aus historischer und gesellschaftlicher Sicht und nehmen zum Missbrauch dieses Begriffs aus fachlicher Perspektive Stellung (B1, B3, K4).	<p>Texte zu historischem und gesellschaftlichem Missbrauch des Rassebegriffs.</p> <p>Podiumsdiskussion Kriterienkatalog zur Auswertung von Podiumsdiskussionen</p>	<p>Argumente werden mittels Belege aus der Literatur erarbeitet und diskutiert.</p> <p>Die Podiumsdiskussion wird anhand des Kriterienkatalogs reflektiert.</p>

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. 21 Stunden à 60 Minuten

Unterrichtsvorhaben IV

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

Inhaltsfeld 4: Neurobiologie

Inhaltliche Schwerpunkte:

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

Zeitbedarf: ca. 12 Std. à 60 Minuten

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.

Mögliche <i>didaktische Leitfragen/</i> 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
<p>Neuronale Regulation - <i>Wie reagiert der Körper auf verschiedene Reize?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> zentrales Nervensystem, peripheres Nervensystem (vegetatives NS und somatisches NS) vegetatives NS – Sympathikus und Parasympathikus Reiz-Reaktionsschema 	<p>erklären die Rolle von Sympathikus und Parasympathikus bei der neuronalen und hormonellen Regelung von physiologischen Funktionen an einem Beispiel (UF4, E6, UF2, UF1).</p>	<p>Experiment: Simulation zur antagonistischen Arbeitsweise von Sympathikus und Parasympathikus: Kaltwasser-Stresstest (Ermittlung des Blutdrucks und Pulsschlags in Abhängigkeit von der Zeit)</p> <p>Informationsblatt zum Sympathikus und Parasympathikus</p> <p>Legekarten zur Erstellung eines Reiz-Reaktions-Schemas: http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialeintrag.php?materialid=5365&marker=Reiz</p>	<p>Anknüpfung an Sekundarstufe I-Kenntnisse</p>
<p>Das Neuron - <i>Wie wird ein Reiz im Neuron verarbeitet?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Aufbau und Funktion eines Neurons 	<p>beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1).</p>	<p>Arbeitsmaterial zum Bau eines Wirbeltierneurons: http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialeintrag.php?materialid=5371&marker=neuron</p>	<p>SuS knüpfen an Vorwissen aus der Sekundarstufe I an und erweitern und vertiefen ihre Kenntnisse zum Aufbau und der Funktion eines Neurons.</p>

Mögliche <i>didaktische Leitfragen/</i> 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
<ul style="list-style-type: none"> • Bioelektrizität • Ruhepotential • Aktionspotential • Erregungsleitung 	<p>erklären die Weiterleitung des Aktionspotentials an myelinisierten Axonen (UF1).</p>	<p>Schaumodell und Legekarten zur Simulation des elektrischen und chemischen Potentials zur Einführung des Ruhepotentials</p> <p>Arbeitsblatt zu den Vorgängen am Axon während eines Aktionspotentials</p> <p>Modelldarstellung zur saltatorischen Erregungsleitung nach Prof. Frings: http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/list.php?suche=bioelektrizit%E4t</p>	<p>SuS lernen durch den Einsatz eines beweglichen Modells die Grundlagen der Bioelektrizität in Abhängigkeit von der Ionenbeweglichkeit und dem Konzentrationsgradienten kennen.</p> <p>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 <i>Loligo</i> ist auch im Grundkurs empfehlenswert.</p> <p>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.</p>

Mögliche <i>didaktische Leitfragen/</i> 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
<p>Die Synapse – <i>Wie wird das Signal von Neuron zu Neuron und vom Neuron zum Muskel übertragen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Funktion einer chemischen Synapse • Verschaltung von Neuronen • erregende und hemmende Synapsen • Frequenz- und Amplitudenmodulation • Verrechnung von Potentialen (EPSP und IPSP) • endo- und exogene Stoffe 	<p>erläutern die Verschaltung von Neuronen bei der Erregungsweiterleitung und der Verrechnung von Potentialen mit der Funktion der Synapsen auf molekularer Ebene (UF1, UF3).</p> <p>erklären Ableitungen von Potentialen mittels Messelektroden an Axon und Synapse und werten Messergebnisse unter Zuordnung der molekularen Vorgänge an Biomembranen aus (E5, E2, UF1, UF2).</p> <p>dokumentieren und präsentieren die Wirkung von endo- und exogenen Stoffen auf Vorgänge am Axon, der Synapse und auf Gehirn-</p>	<p>Einsatz von selbst erstellten, großen Schaubildern mit beweglichen Einzelteilen zum Aufbau des Wirbeltierneurons und der Synapse</p> <p>Informationstexte zur neuronalen Verrechnung, Partnerpuzzle zur zeitlichen und räumlichen Summation.</p> <p>Arbeitsblatt zu den verschiedenen Potentialarten: http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/materialeintrag.php?materialid=5372&marker=Potentialarten</p> <p>Arbeitsblatt mit Übungsaufgaben zur neuronalen Verrechnung unter Berücksichtigung von EPSP und IPSP</p> <p>Informationstexte und Messdaten zu erregenden und hemmenden Neurotransmittern und zu Eigenschaften von Neurotransmittern</p>	<p>SuS gewinnen einen ersten Eindruck von der Verschaltung von Neuronen und von der strukturellen und funktionalen Plastizität neuronaler Strukturen.</p> <p>SuS lernen die Unterschiede zwischen zeitlicher und räumlicher Summation kennen.</p> <p>SuS differenzieren zwischen Aktionspotential, erregendem postsynaptischen Potential und Endplattenpotential</p> <p>SuS ordnen Ableitungen zu den verschiedenen Stellen im Perikaryon und Axon zu und bilden Hypo-</p>

Mögliche <i>didaktische Leitfragen/</i> 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
	areale an konkreten Beispielen (K1, K3, UF2).		thesen zu den Spannungsverläufen an ausgewählten Stellen des Neurons. 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).
<p>Das Auge – <i>Wie werden optische Reize in elektrische Potentiale übersetzt?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Funktion des Auges • Fotorezeption <p>Alternativ: Riechen, Schmecken</p>	<p>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).</p>	<p>Informationstext zum Aufbau eines Säugetierauges und zur Funktion der Bestandteile</p> <p>http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/list.php?suche=schweineauge</p> <p>Arbeitsblatt zum Aufbau der Netzhaut</p> <p>Informationsmaterial zu den Zapfentypen</p>	<p>Die für das Auge formulierte didaktische Leitfrage kann auch auf andere Sinnesorgane übertragen werden.</p>

Mögliche <i>didaktische Leitfragen/</i> 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
<ul style="list-style-type: none"> • Fototransduktion • <i>second messenger</i> 	stellen das Prinzip der Signaltransduktion an einem Rezeptor anhand von Modellen dar (E6, UF1, UF2, UF4).	Arbeitsblatt zur Signaltransduktion (hier am Beispiel der Fototransduktion) Informationsblatt zur Erstellung eines Storyboards für die Fototransduktion unter besonderer Berücksichtigung der Bedeutung von <i>second messengern</i> Modell für den Stop-Motion-Film	Die Signaltransduktion kann auch am Beispiel des Riechens oder Schmeckens thematisiert werden. SuS definieren den Begriff „Transduktion“ aus der Sicht der Neurobiologie und Zellbiologie im Sinne der Umwandlung eines äußeren Reizes in ein physiologisches Signal (z. B. Fototransduktion).

<p><u>Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Umgang mit Modellen <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • ggf. angekündigte schriftliche Übungen • ggf. Klausur • ggf. Facharbeit
--

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. 9 Std. à 60 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.

	<ul style="list-style-type: none"> • B4 begründet die Möglichkeiten und Grenzen biologischer Problem-lösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.
--	---

Mögliche <i>didaktische Leitfragen/</i> 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
<p>Das Gehirn – <i>Wie erfolgt die Informationsverarbeitung und -speicherung?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bau des Gehirns • Hirnfunktionen 	<p>ermitteln mithilfe von Aufnahmen eines bildgebenden Verfahrens Aktivitäten verschiedener Gehirnareale (E5, UF4)</p>	<p>Modell des Gehirns</p> <p>Informationsmaterial zum Aufbau des Gehirns (funktionelle Anatomie)</p> <p>Kartenabfrage zum Bau des Gehirns</p> <p>Informationsmaterialien zu Modellvorstellungen zum Gedächtnis z.B. auf der Grundlage des Skripts „Lernen und Gedächtnis“ (M. BRAND / H. J. MARKOWITSCH)</p>	

Mögliche <i>didaktische Leitfragen/</i> 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
<ul style="list-style-type: none"> • Lernen und Gedächtnis • neuronale Plastizität 	<p>stellen aktuelle Modellvorstellungen zum Gedächtnis auf anatomisch-physiologischer Ebene dar (K3, B1).</p> <p>erklären die Bedeutung der Plastizität des Gehirns für ein lebenslanges Lernen (UF4).</p>	<p>http://www3.hhu.de/biodidaktik/gehirn/doc/markowits.pdf (letzter Zugriff: 16.06.16)</p> <p>YouTube, Stichworte: Markowitsch Gedächtnis</p> <p>Websites: http://www3.hhu.de/biodidaktik/gehirn/html/start.htm</p> <p>http://www.gehirnlernen.de/gehirn/plastizit%C3%A4t/ (letzter Zugriff: 12.09.2016)</p> <p>Internetrecherche in arbeitsteiliger Gruppenarbeit nach vorgegebenen Kriterien zum Thema „degenerative Erkrankungen“, z. B. Morbus Alzheimer, Morbus Parkinson, Creutzfeld-Jakob-Krankheit</p> <p>Partnerarbeit und anschließende Präsentation zu Neuroenhancern</p>	<p>Das Skript bietet einen Überblick zu folgenden Aspekten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • zeitliche Einteilung des Gedächtnisses • inhaltliche Einteilung • Einteilung nach beteiligten Prozessen • zelluläre Grundlagen und deren Beeinflussung • Anwendung der Erkenntnisse im Schulalltag <p>- Module zum Thema „Lernen aus der Sicht der Neurobiologie“ - ausdrucksfähige PDF-Dateien - Hinweise auf Fachbücher</p>

Mögliche <i>didaktische Leitfragen/</i> 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
<p>Teufelswerk oder Heilmittel? <i>Welche Chancen und Risiken birgt der Einsatz von Neuroenhancern?</i></p>	<p>recherchieren und präsentieren aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu einer degenerativen Erkrankung (K2, K3).</p> <p>dokumentieren und präsentieren die Wirkung von endo- und exogenen Stoffen auf Vorgänge am Axon, der Synapse und auf Gehirnareale an konkreten Beispielen (K1, K3, UF2).</p> <p>erklären Wirkungen von exogenen Substanzen auf den Körper und bewerten mögliche Folgen für Individuum und Gesellschaft (B3, B4, B2, UF4).</p>	<p>als Medikamente gegen Morbus Alzheimer, Demenz, ADHS</p> <p>Zeitungsartikel, z. B. Gehirndoping - Stoff für's Gehirn (FAZ 2008) Gehirndoping wird auch in Deutschland immer beliebter (Ärztezeitung 2009) (letzter Zugriff: 19.05.2016)</p> <p>Pro-Contra Diskussion zum Neuroenhancement</p>	<p>- wissenschaftliche Informationen zur Plastizität des Gehirns</p> <p>SuS fassen aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu verschiedenen degenerativen Erkrankungen zusammen und präsentieren diese Ergebnisse in einer Expertenrunde.</p> <p>SuS lernen die Wirkungsweise von Neuroenhancern kennen. Diese Kenntnisse ermöglichen es, eine eigene kritisch reflektierte Position zu beziehen</p> <p>Ausgewählte Zeitungsartikel liefern Informationen</p>

Mögliche <i>didaktische Leitfragen</i> / 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
			und die Basis dafür, dass eine fachlich fundierte Arbeit im Kompetenzbereich Bewertung möglich wird.

Diagnose von Schülerkonzepten und Kompetenzen:

- **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**

3. Unterstützungsangebot zu Grundsätzen der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Anforderungsbereiche

Die Leistungsbewertung in der Sekundarstufe II bezieht sich auf die im Kernlehrplan benannten vier Kompetenzbereiche und unterscheidet dabei in Anlehnung an die EPA Biologie jeweils die drei verschiedenen Anforderungsbereiche. Diese unterscheiden sich sowohl im Grad der Selbstständigkeit bei der Bearbeitung der Aufgaben als auch im Grad der Komplexität der gedanklichen Verarbeitungsprozesse, sodass sie eine Abstufung in Bezug auf den Anspruch der Aufgabe verdeutlichen.

Anforderungsbereich	Fachbezogene Beschreibung
I	das Wiedergeben von Sachverhalten und Kenntnissen im gelernten Zusammenhang, die Verständnissicherung sowie das Anwenden und Beschreiben geübter Arbeitstechniken und Verfahren.
II	das selbstständige Auswählen, Anordnen, Verarbeiten, Erklären und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Gesichtspunkten in einem durch Übung bekannten Zusammenhang und das selbstständige Übertragen und Anwenden des Gelernten auf vergleichbare neue Zusammenhänge und Sachverhalte.
III	das Verarbeiten komplexer Sachverhalte mit dem Ziel, zu selbstständigen Lösungen, Gestaltungen oder Deutungen, Folgerungen, Verallgemeinerungen, Begründungen und Wertungen zu gelangen. Dabei wählen die Schülerinnen und Schüler selbstständig geeignete Arbeitstechniken und Verfahren zur Bewältigung der Aufgabe, wenden sie auf eine neue Problemstellung an und reflektieren das eigene Vorgehen.

Die Anforderungsbereiche sollen

- ... den Lehrkräften unter Berücksichtigung der Unterrichtsinhalte und ihrer Vermittlung eine ausgewogene Aufgabenstellung erleichtern,
- ... den SuS Verständnis für die Aufgabenstellungen im mündlichen und im schriftlichen Bereich erleichtern und ihre Bewertungen durchschaubar machen,
- ... die Herstellung eines Konsenses zwischen den Fachlehrkräften und damit eine größere Vergleichbarkeit der Anforderungen ermöglichen.

Die folgende Darstellung zeigt eine nicht abschließende Auswahl an Beispielen dafür, wie Aufgaben bzw. die in den Aufgabenstellungen geforderten Schülerleistungen den Kompetenz- und Anforderungsbereichen zugeordnet werden können.

Umgang mit Fachwissen

- Wiedergeben und Erläutern von Basiswissen (Fakten, Zusammenhänge, Arbeitstechniken und Methoden sowie Prinzipien, Gesetzen, Regeln und Theorien o.a.)

sowie dessen Erläuterung in einem begrenzten Gebiet im gelernten Zusammenhang (I)

- selbstständiges Übertragen von Basiswissen auf vergleichbare neuartige Fragestellungen, veränderte Sachzusammenhänge oder abgewandelte Verfahrensweisen (II)
- kritisches Reflektieren und Modifizieren biologischer Fachbegriffe, Regeln, Gesetze etc. vor dem Hintergrund neuer, komplexer und widersprüchlicher Informationen und Beobachtungen (III)
- selbstständiges Auswählen und Anpassen geeigneter erlernter Methoden, Verfahren und Fachwissen zur Lösung komplexer neuartiger innerfachlicher Problemsituationen (III)

Erkenntnisgewinnung

- Aufbauen und Durchführen eines einfachen Experiments nach vorgelegtem Plan (I)
- Aufbauen, Durchführen und Erläutern eines bekannten Demonstrationsexperiments im gelernten Zusammenhang (I)
- Wiedergeben und Erläutern eines gelernten Modells zu einem begrenzten Gebiet im gelernten Zusammenhang (I)
- Auswerten von komplexeren neuen Ergebnissen nach bekannten Verfahren (II)
- Anwenden bekannter Experimente und Untersuchungsmethoden auf vorgegebene neuartige Fragestellungen, Hypothesen o. a. (II)
- Übertragen und Anpassen von bekannten Modellvorstellungen auf neuartige Zusammenhänge (II)
- Selbstständiges Planen, Aufbauen und Durchführen eines Experiments zu einer neuartigen, vorgegebenen Fragestellung (III)
- Entwickeln und Beschreiben fundierter neuer Hypothesen, Modelle, Lösungswege o. a. auf der Basis verschiedener neuer Fakten und experimenteller Ergebnisse (III)
- Entwickeln eines eigenständigen Zugangs zu einem biologischen Phänomen bzw. Problem (Zerlegung in Teilprobleme, Konstruktion von geeigneten Fragestellungen und Hypothesen sowie Planung eines geeigneten Experimentes) (III)

Kommunikation

- Beschreiben makroskopischer und mikroskopischer Beobachtungen (I)
- Beschreiben und Protokollieren von Experimenten (I)
- Entnehmen von Informationen aus einfachen Fachtexten (I)
- Umsetzen von Informationen in übersichtliche, die Zusammenhänge verdeutlichende Schemata (*Concept-Maps*, Flussdiagramme o. a.) (I/II)
- mündliches und schriftliches Darstellen von Daten, Tabellen, Diagrammen, Abbildungen mit Hilfe der Fachsprache (I)
- Wiedergabe und Erläuterung von einzelnen Argumenten (I)
- strukturiertes schriftliches oder mündliches Präsentieren komplexer Sachverhalte (II)
- Anwenden von bekannten Argumentationsmustern in neuen Kontexten (II)

- eigenständiges Recherchieren, Strukturieren, Beurteilen und Aufarbeiten von Informationen mit Bezug auf neue Fragestellungen oder Zielsetzungen (III)
- Argumentieren auf der Basis nicht eindeutiger Rohdaten: Aufbereitung der Daten, Fehleranalyse und Herstellung von Zusammenhängen (III)

Bewertung

- Darstellen von Konflikten und ihren Lösungen in wissenschaftlich-historischen Kontexten in einem begrenzten Gebiet und wiederholenden Zusammenhang (I)
- Wiedergeben und Erläutern von Positionen und Argumenten bei Bewertungen in bioethischen Zielkonflikten in einem begrenzten Gebiet und wiederholenden Zusammenhang (I)
- Bewerten von Aussagen und Handlungsoptionen anhand bekannter differenzierter Bewertungskriterien in neuen bioethischen Konfliktsituationen (II)
- Begründetes Abwägen und Bewerten von Handlungsoptionen in neuen bioethischen Dilemma-Situationen (II)
- kritisches Bewerten komplexer bioethischer Konflikte in neuen Zusammenhängen aus verschiedenen Perspektiven (III)
- begründetes Treffen von Entscheidungen unter Einbezug von Handlungsalternativen, differenzierten Bewertungskriterien und bekannten Entscheidungsfindungsstrategien in neuen bioethischen Zielkonfliktsituationen (III)
- selbstständiges Reflektieren und Bewerten der Tragweite, Möglichkeiten und Grenzen bekannter biowissenschaftlicher Erkenntnisse und Methoden in neuen Zusammenhängen (gesellschaftliche Relevanz, Einfluss auf Welt- und Menschenbild o. a.) (III)

Überprüfungsformen

Im gültigen KLP GOST Biologie werden Überprüfungsformen in einer nicht abschließenden Liste vorgeschlagen. Diese Überprüfungsformen zeigen Möglichkeiten auf, wie Schülerkompetenzen nach den oben genannten Anforderungsbereichen sowohl im Bereich der „sonstigen Mitarbeit“ als auch im Bereich „Klausuren“ überprüft werden können. Die Fachkonferenz kann sich darauf einigen, zunächst einige von ihnen im Verlauf des beginnenden Schuljahres zu erproben und zu evaluieren. Zu diesem Zweck kann sich die Fachkonferenz zunächst auf bestimmte Überprüfungsformen einigen und diese in Kapitel 2.1.2 den verschiedenen Unterrichtsvorhaben - gemäß der darin beschlossenen Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung zuordnen. In der Evaluation am Ende des Schuljahres können die mit diesen Überprüfungsformen gesammelten ersten Erfahrungen ausgetauscht sowie die Überprüfungsformen evaluiert, auf ihre Eignung hin diskutiert und ggf. modifiziert sowie ergänzt werden.

Transparenz von Lern- und Leistungssituationen

Lernsituationen verfolgen das Ziel des Erwerbs und der Diagnose von Schülerkompetenzen. Fehler und Umwege dienen den Schülerinnen und Schülern als Erkenntnismittel und geben den Lehrkräften Hinweise für die weitere Unterrichtsplanung. Das Erkennen von Fehlern und der konstruktiv-produktive Umgang mit ihnen sind ein wesentlicher Teil

des Lernprozesses. Bestimmte Lernsituationen, insbesondere was das Auftreten von Fehlern angeht, können weitgehend beurteilungsfrei bleiben. Weiterführende Beiträge der Lernenden, die auf früherem Kompetenzerwerb basieren, können hier jedoch durchaus entsprechend beurteilt werden.

Bei **Leistungs- und Überprüfungssituationen** steht der Nachweis der Verfügbarkeit der erwarteten bzw. erworbenen Kompetenzen im Vordergrund. Von der Bewertung freie Lern- oder auch Überprüfungssituationen sollten im Vergleich zu tatsächlichen Leistungsbewertungssituationen den Lernenden kenntlich gemacht werden.

Beurteilungsbereich: Sonstige Mitarbeit

Folgende Aspekte können je nach Lernstand der Lernenden bei der Leistungsbewertung der sonstigen Mitarbeit eine Rolle spielen (die Liste ist nicht abschließend):

Umgang mit Fachwissen

- Grad der Verwendung von Fachsprache sowie fachsprachlichen Korrektheit der Aussagen
- Grad der sachlichen Richtigkeit beim Veranschaulichen, Zusammenfassen und Beschreiben biologischer Sachverhalte
- Grad der Verfügbarkeit biologischen Grundwissens (Fachbegriffe, Fakten, Regeln, Prinzipien, Theorien, fachmethodische Verfahren o. a.)
- Grad der Vernetzung und Abstraktion des biologischen Wissens (Umgang mit biologischen Organisationsebenen, Basiskonzepten o. a.)
- Häufigkeit und Qualität kreativer Ideen und weiterführender Fragen

Erkenntnisgewinnung

- Grad des planvollen Vorgehens bei Experimenten
- Grad der Sauberkeit bei der Durchführung von Experimenten
- Grad der Sicherheit, Eigenständigkeit und Kreativität beim Anwenden fachspezifischer Methoden und Arbeitsweisen
- Grad des sinnvollen, sicherheitsbewussten und zielgerichteten Umgangs mit Experimentalmedien
- Grad der sachlogischen Schlüssigkeit der erstellten Modelle
- Grad der Differenziertheit und Selbstständigkeit im Bereich der Modellkritik
- Grad der Passung und Selbstständigkeit von beschriebenen und entwickelten Fragestellungen und Hypothesen
- Grad der Differenziertheit und Selbstständigkeit der Reflexion von naturwissenschaftlichen Arbeits- und Denkweisen

Kommunikation

- Grad der logischen Schlüssigkeit, Strukturiertheit und Stringenz beim Veranschaulichen, Zusammenfassen und Beschreiben biologischer Sachverhalte
- Grad der Leser- und Zuhörerführung bzw. der Berücksichtigung der Adressaten beim Präsentieren von Lernprodukten
- Grad der Qualität der Unterrichtsdokumentation, Stundenprotokolls oder Portfolios
- Grad der Sorgfalt und Sachrichtigkeit beim Belegen von Quellen

- Grad der Schlüssigkeit von Argumenten und Argumentationsketten bei mündlichen und schriftlichen Diskussionen
- Grad der Selbstständigkeit beim Einbringen in Diskussionen
- Grad der Differenziertheit und Selbstständigkeit der Reflexion und Kritik von analogen und digitalen Informationsquellen

Bewertung

- Grad der Schlüssigkeit und Differenziertheit der eigenen Werturteile
- Grad der Fähigkeit zum Perspektivwechsel in Konfliktsituationen
- Grad der Sicherheit im Umgang mit den Kategorien und Kriterien der Bewertung
- Grad der Sicherheit und Eigenständigkeit beim Umgang mit Entscheidungsfindungsstrategien
- Grad der Selbstständigkeit und Komplexität der Reflexion bei der Einschätzung von Tragweiten, Möglichkeiten und Grenzen biologisch-technischer Verfahren

4. Leistungsbewertung

4.1 Bereiche und Gegenstände der Beurteilung

- EF:
 - o siehe schulinternes Curriculum
- Q1 und Q2:
 - o siehe schulinternes Curriculum
 - o siehe Liste mit den konkretisierten Kompetenzerwartungen (priorisiert)
 - <https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-s-ii/gymnasiale-oberstufe/biologie/hinweise-und-beispiele/>
 - o siehe Vorgaben für die zentrale Abiturprüfung
 - <https://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/cms/zentralabitur-gost/faecher/fach.php?fach=6>

	EF	Q1 und Q2
Anzahl	1. Halbjahr: 1 2. Halbjahr: 2	1. Halbjahr: 2 2. Halbjahr: 2
Dauer	90 Minuten	120 Minuten

4.2 Konstruktionsvorgaben „schriftliche Leistungen“

Aufgabenart	<p>Für die Prüfung im Fach Biologie sind laut Kernlehrplan (Kap. 4) folgende Aufgabenarten zulässig:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bearbeitung einer Aufgabe, die fachspezifisches Material enthält • Bearbeitung eines Demonstrationsexperimentes • Durchführung und Bearbeitung eines Schülerexperimentes <p>Es sind auch Mischformen der im KLP genannten Aufgabenarten möglich. Eine ausschließlich aufsatzartig zu bearbeitende Aufgabenstellung, d. h. ohne vorgelegtes fachspezifisches Material oder ohne Experiment, ist nicht zulässig.</p>
Anforderungs-bereiche	<p>Der Schwerpunkt der zu erbringenden Leistung liegt für das Fach Biologie im Anforderungsbereich II bei angemessener Berücksichtigung der Anforderungsbereiche I und III, wobei der Anteil des Bereichs I deutlich größer sein soll als der des Bereichs III. Die Arbeitsaufträge weisen eine Progression der Anforderungsbereiche bzw. eine zunehmende Komplexität auf.</p>
Material	<p>Die Text- und Materialgrundlagen stammen aus einer vertrauenswürdigen, wissenschaftlich fundierten Quelle, d. h. sie müssen sachlich korrekt sein. Das Arbeitsmaterial bezieht sich auf reale (nicht fiktive) Ergebnisse oder Untersuchungen.</p>
Aufgaben	<p>Die Aufgabe ist in Teilaufgaben gegliedert, wobei die Teilaufgaben einen direkten Materialbezug haben. Auch Reproduktionsaufgaben müssen sich auf das Material bzw. auf eine Materialvorgabe beziehen. Die Operatoren können je nach Komplexität und Schwierigkeitsgrad des Arbeitsauftrags unterschiedlichen Anforderungsbereichen zugeordnet werden. Die Aufgabe bietet in der Form Teilaufgaben, sodass das Versagen von Prüflingen in einer Teilaufgabe trotzdem zu erfolgreichen Teillösungen in den anderen Teilaufgaben führen kann. Die Teilaufgaben stehen in einem gemeinsamen inhaltlichen Kontext.</p>
Sonstiges	<p>Das Erstellen paralleler Arbeiten bei gleichen Klausurterminen wird empfohlen.</p>

Operatoren werden entsprechend der Operatorenliste <https://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/cms/zentralabitur-gost/faecher/getfile.php?file=4055> ausgewählt und sind den folgenden Anforderungsbereichen wie folgt zuzuordnen.

Anforderungsbereich 1: Reproduktion

nennen	Entweder Informationen aus vorgegebenem Material entnehmen oder Kenntnisse ohne Materialvorgabe anführen.
herausarbeiten	Informationen und Sachverhalte unter bestimmten Gesichtspunkten aus vorgegebenem Material entnehmen, wiedergeben und/oder gegebenenfalls berechnen.
beschreiben	Wesentliche Informationen aus vorgegebenem Material oder aus Kenntnissen zusammenhängend und schlüssig wiedergeben.
charakterisieren	Sachverhalte und Vorgänge mit ihren typischen Merkmalen beschreiben und in ihren Grundzügen bestimmen.

Anforderungsbereich 2: Reorganisation und Transfer

erstellen	Sachverhalte inhaltlich und methodisch angemessen graphisch darstellen und mit fachsprachlichen Begriffen beschriften (z.B. Fließschema, Diagramm, Mind Map, Wirkungsgefüge).
darstellen	Strukturen und Zusammenhänge beschreiben und verdeutlichen.
analysieren	Materialien oder Sachverhalte systematisch und gezielt untersuchen und auswerten.
ein-, zuordnen	Sachverhalte, Vorgänge begründet in einen vorgegebenen Zusammenhang stellen.
begründen	Komplexe Grundgedanken argumentativ schlüssig entwickeln und im Zusammenhang darstellen.
erklären	Informationen durch eigenes Wissen und eigene Einsichten begründet in einen Zusammenhang stellen (z.B. Theorie, Modell, Gesetz, Regel, Funktionszusammenhang)
erläutern	Sachverhalte im Zusammenhang beschreiben und anschaulich mit Beispielen oder Belegen erklären.
vergleichen	Gemeinsamkeiten und Unterschiede gewichtend einander gegenüberstellen und in ein Ergebnis formulieren.

Anforderungsbereich 3: Reflexion und Problemlösung

überprüfen	Vorgegebene Aussagen bzw. Behauptungen an konkreten Sachverhalten und innerer Stimmigkeit messen.
beurteilen	Aussagen, Behauptungen, Vorschläge oder Maßnahmen im Zusammenhang auf ihre Stichhaltigkeit bzw. Angemessenheit prüfen und dabei die angewandten Kriterien nennen.
bewerten	Aussagen, Behauptungen, Vorschläge oder Maßnahmen beurteilen, eine persönliche Stellungnahme abgeben und dabei die eigenen Wertmaßstäbe offen legen.
erörtern	Zu einer vorgegebenen Problemstellung durch Abwägen von Für- und Wider-Argumenten ein begründetes Urteil fällen.
gestalten	Sich produkt-, rollen- bzw. adressatenorientiert mit einem Problem durch Entwerfen z.B. von Reden, Streitgesprächen, Strategien, Beratungsskizzen, Szenarien oder Modellen auseinandersetzen.

4.3 Vorgaben zur Bewertung „schriftliche Leistungen“

- Bewertung der Verstehensleistungen macht 90% und die Bewertung der Darstellungsleistung macht 10% der Gesamtnote aus
 - o Darstellungsleistung umfasst folgende Punkte: Der Prüfling...
 - ...führt seine Gedanken schlüssig, stringent und klar aus.
 - ...strukturiert seine Darstellung sachgerecht.
 - ...verwendet eine differenzierte und präzise Sprache.
 - ...gestaltet seine Arbeit formal ansprechend.
 - o Sofern gehäufte Verstöße gegen die sprachliche Richtigkeit nicht bereits bei den Bewertungskriterien der Darstellungsleistung fachspezifisch berücksichtigt werden können, führen sie gemäß § 17Abs. 5APO-WBK zu einer Absenkung der Leistungsbewertung um bis zu zwei Notenpunkte in der Qualifikationsphase.
- Exemplarischer Erwartungshorizont nach Abiturvorgaben siehe Anhang 1
- Für die Zuordnung der Notenstufen zu den Punktzahlen ist folgende Tabelle zu verwenden:

Note	Punkte	Prozentangabe
Sehr gut plus	15	100-95
Sehr gut	14	94-90
Sehr gut minus	13	89-85
Gut plus	12	84-80
Gut	11	79-75
Gut minus	10	74-70
Befriedigend plus	9	69-65
Befriedigend	8	64-60
Befriedigend minus	7	59-55
Ausreichend plus	6	54-50
Ausreichend	5	49-45
Ausreichend minus	4	44-40
Mangelhaft plus	3	39-34
Mangelhaft	2	33-27
Mangelhaft minus	1	26-20
ungenügend	0	19-0

- Randbemerkungen in Klausuren
 - o Randbemerkungen sollen für die Schülerinnen und Schüler wie auch für fachkundige Leser (z.B. Zweitkorrektoren) Hinweise auf besonders gelungene Teilleistungen geben, um so individuelle Stärken gezielt hervorzuheben. Daneben sind Fehler und Mängel durch die im Folgenden aufgeführten Korrekturzeichen genau zu lokalisieren und präzise zu bezeichnen. Erläuterungen können, nach pädagogischem Ermessen der korrigierenden Lehrkraft, einer sachbezogenen Präzisierung dienen und / oder konkrete Verbesserungsvorschläge anbieten (nicht in Prüfungsarbeiten). Insgesamt sind einschlägige Stärken und Schwächen im Gutachten zu würdigen und bei der Notengebung zu berücksichtigen. Beobachtbare Mängel in der textangemessenen Versprachlichung sind dabei zu unterscheiden von Verstößen gegen sprachliche Richtigkeit. Letztere werden überwiegend durch die Fehlerzeichen G, R, Z erfasst. Fehler, die sich innerhalb einer Arbeit wiederholen, werden in der Regel mit „s.o.“ (z. B. „R s.o.“) gekennzeichnet und nichtgewertet. Wenn jedoch eine erneute Berücksichtigung für die Bewertung sachlich geboten sein sollte, so wird das Korrekturzeichen wiederholt. Eine Gewichtung von Fehlern nach halben (-), ganzen (|) und Doppelfehlern (+) kann nach pädagogischem Ermessen der Fachlehrkraft vorgenommen werden. Ein Fehlerquotient wird nicht errechnet.

- Zu verwendende Korrekturzeichen:

Die nachfolgenden Korrekturzeichen gelten für alle in deutscher Sprache abgefassten Texte in Klausurarbeiten.

Zeichen	Beschreibung
R	Rechtschreibung
Z	Zeichensetzung
G*	Grammatik (wenn nicht weiter spezifiziert, auch Syntax)
W**	Wortschatz

* Zur Spezifizierung von Grammatik- und Syntaxfehlern stehen zudem folgende Korrekturzeichen zur Verfügung:

Zeichen	Beschreibung
T	Tempus
M	Modus
N	Numerus
Sb	Satzbau
St	Wortstellung
Bz	Bezug

** Zur Spezifizierung von Wortschatzfehlern stehen zudem folgende Korrekturzeichen zur Verfügung:

Zeichen	Beschreibung
A	Ausdruck/unpassende Stilebene o.ä.
FS	Fachsprache (fehlend/falsch)

Zeichen für die inhaltliche Korrektur:

Zeichen	Beschreibung
✓	richtig (Ausführung/Lösung/etc.)
f	falsch (Ausführung/Lösung/etc.)
(✓)	folgerichtig (richtige Lösung auf Grundlage einer fehlerhaften Annahme/Zwischenlösung)
≈	ungenau (Ausführung/Lösung/etc.)
[—]	Streichung (überflüssiges Wort/Passage)
Γ bzw. #	Auslassung
Wdh	Wiederholung, wenn vermeidbar
Zeichen	Beschreibung
Sa	falsche Sachaussage, Material unzureichend ausgeschöpft, falsch zitiert
D	falscher Zusammenhang, falsche Schlussfolgerungen, lückenhafter Begründungszusammenhang, Widerspruch
Fa	falscher Fachausdruck
Bg	falsche, fehlende oder unvollständige Begründung
Th	Fehlender Bezug zum Thema/zur Aufgabenstellung

4.4 Definition, Gewichtung und Bewertung „sonstiger Leistungen“

	Sonstige Leistungen	Schriftliche Leistungen
Definition	<ul style="list-style-type: none"> - Präsentationen, Referate, Protokolle, Lernplakate, Hausaufgaben, Lernzielkontrollen - mündliche Beiträge im Unterricht, wobei diese unter den Gesichtspunkten Qualität, Quantität und Kontinuität zu bewertet sind 	- Klausuren
Gewichtung	50 %	50%
Bewertung	individuelle Bewertung in Anlehnung an die Vorgaben zur Bewertung schriftlicher Leistungen	siehe Punkt 2.3

Im Fach Biologie ist in besonderem Maße darauf zu achten, dass die Schülerinnen und Schüler zu konstruktiven Beiträgen angeregt werden. Daher erfolgt die Bewertung der sonstigen Mitarbeit nicht defizitorientiert oder ausschließlich auf fachlich richtige Beiträge ausgerichtet. Vielmehr bezieht sie Fragehaltungen, begründete Vermutungen, sichtbare Bemühungen um Verständnis und Ansatzfragmente mit in die Bewertung ein.

Im Folgenden werden Kriterien für die Bewertung der sonstigen Leistungen jeweils für eine gute bzw. eine ausreichende Leistung dargestellt. Dabei ist bei der Bildung der Quartals- und Abschlussnote zu berücksichtigen, dass eine arithmetische Bildung aus punktuell erteilten Einzelnoten nicht erfolgt:

Situation	Fazit	Note/ Punkte
<ul style="list-style-type: none"> • Keine freiwillige Mitarbeit im Unterricht, Äußerungen nach Aufforderung sind falsch • Keine erkennbare Vor- und Nachbereitung des Unterrichts 	Die Leistung entspricht den Anforderungen nicht. Selbst Grundkenntnisse sind so mangelhaft, dass die die Mängel in absehbarer Zeit nicht behebbar sind.	Note: 6 Punkte: 0
<ul style="list-style-type: none"> • Keine freiwillige Mitarbeit im Unterrichtsgespräch (UG) und in Gruppenarbeiten (GA); Äußerungen nach Aufforderung sind nur teilweise richtig; Teilnahme an Gruppenarbeit erfolgt nur nach mehrmaliger Aufforderung • Vor- und Nachbereitung des Unterrichtsstoffes 	Die Leistung entspricht den Anforderungen nicht, die Kenntnisse der Lerninhalte sind rudimentär. Notwendige Grundkenntnisse sind jedoch vorhanden und die Mängel sind in absehbarer Zeit behebbar.	Note: 5 Punkt: 1 – 3
<ul style="list-style-type: none"> • gelegentliche freiwillige Mitarbeit im UG und in GA; Äußerungen beschränken sich auf die Wiedergabe einfacher Fakten und Zusammenhänge aus dem behandelten Fachgebiet und sind im Wesentlichen richtig • Vor- und Nachbereitung des Unterrichtsstoffes 	Die Leistung weist zwar Mängel auf, da die Kenntnisse der Lerninhalte teilweise noch lückenhaft sind, sie entspricht aber im Ganzen noch den Anforderungen	Note: 4 Punkte: 4 – 6
<ul style="list-style-type: none"> • Regelmäßige freiwillige Mitarbeit im UG und in GA; im Wesentlichen richtige Wiedergabe einfacher Fakten und Zusammenhänge aus dem unmittelbar behandelten Fachgebiet; Verknüpfung mit Kenntnissen der Inhalte aus der gesamten Unterrichtsreihe • Kenntnisse des Fachvokabulars • Vor- und Nachbereitung des Unterrichtsstoffes • Präsentation von (Haus-)Aufgaben 	Die Leistung entspricht im Allgemeinen den Anforderungen; Kenntnis der Lerninhalte	Note : 3 Punkte: 7 – 9
<ul style="list-style-type: none"> • Sehr regelmäßige Mitarbeit in UG und GA: Mitschüler im Lernfortschritt weiterbringen. Dabei 	Die Leistung entspricht im vollem Umfang den Anforderungen;	Note: 2

<p>zeigen sich das Verständnis schwieriger Sachverhalte und deren Einordnung in den Gesamtzusammenhang des Themas, sowie die Unterscheidung zwischen Wesentlichem und Unwesentlichem. Es sind Kenntnisse vorhanden, die über die Unterrichtsreihe hinausreichen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sichere Beherrschung des Fachvokabulars • Präsentation von (Haus-)Aufgaben • Vor- und Nachbereitung des Unterrichtsstoffes 	<p>umfassende Kenntnisse der Lerninhalte</p>	<p>Punkte: 10 – 12</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Darstellung und Beurteilung gegebener Probleme in größeren Fachzusammenhängen: Über den guten Leistungsbereich hinaus ist hier das Erkennen biologischer Probleme, deren Einordnung in einen größeren Zusammenhang und die sachgerechte und ausgewogene Beurteilung derselben gefordert. Die eigenständige und gedankliche Leistung als Beitrag zur Problemlösung und die angemessene, klare sprachliche Darstellung sind Indikatoren für Leistungen im sehr guten Bereich. 	<p>Die Leistungen entsprechenden Anforderungen in ganz besonderem Maße.</p>	<p>Note: 1 Punkte: 13 – 15</p>

4.5 Ergänzung zu den Hausaufgaben

Berücksichtigt werden Regelmäßigkeit und Vollständigkeit der Hausaufgaben. Dabei geht es einerseits um Sauberkeit und äußere Form andererseits aber auch um das Bemühen, Aufgaben zu bearbeiten, auch wenn sie zu keinem richtigen Ergebnis führen. Entschuldigungen, man habe die Hausaufgaben nicht gemacht, weil man sie nicht gekonnt habe, werden nicht akzeptiert. Ein aktives und intensives Bemühen um eine Lösung muss nachgewiesen werden. Hausaufgaben müssen selbständig bearbeitet werden. Sind Aufgaben gemeinsam mit einem Mitschüler bearbeitet worden, so muss die Lösung auf Verlangen erläutert werden können. Bloß abgeschriebene Hausaufgaben gelten als nicht gemacht.

Nicht gemachte Hausaufgaben beeinflussen die Bewertung der sonstigen Mitarbeit während der Besprechung im Unterricht negativ.

4.6 Berücksichtigung Distanzunterricht¹

Beim Distanzunterricht handelt es sich weiterhin um von der Schule veranlassetes und von den Lehrerinnen und Lehrern begleitetes Lernen auf der Grundlage und in Übereinstimmung mit den geltenden Kernlehrplänen (für die SI und SII). Die darin beschriebenen Kompetenzerwartungen und verbindlichen Anforderungen bleiben auch für den Unterricht in Distanz verbindlich. Die Verpflichtung zur Teilnahme an Prüfungen bleibt bestehen.

Die Schülerinnen und Schüler sind zur Teilnahme am Distanzunterricht im gleichen Maße wie beim Präsenzunterricht verpflichtet. Die beteiligten Lehrkräfte gewährleisten die Organisation des Distanzunterrichts und die regelmäßige pädagogisch-didaktische Begleitung ihrer Schülerinnen und Schüler.

Alle geschlossenen Aufgaben (z. B. einfache Rechenaufgaben, Vokabelübungen in Bezug auf biologische Fachbegriffe oder Multiple Choice Fragen), die nur eine mögliche Lösung vorsehen, können mit automatisiertem Feedback versehen werden. Passende, zur Verfügung gestellte Lösungen können zur Selbstüberprüfung genutzt werden. Schülerinnen und Schüler erhalten so direkte Rückmeldungen und in der Regel einen Hinweis auf die richtige Antwort sowie auch Anmerkungen oder Erklärungen. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass das Verfahren der Selbstüberprüfung eine Anforderung an die Selbstorganisationsfähigkeit der Lernenden und die Bereitschaft zur Selbstüberprüfung darstellt. Auch die Weiterarbeit nach einer Selbstüberprüfung (z. B. weiterführende Aufgaben) sollten angeregt und ggf. nachgehalten werden.

¹ <https://www.schulministerium.nrw.de/themen/schulsystem/handreichungen-praesenz-und-distanzunterricht>

Offene Aufgaben führen zu komplexeren und unterschiedlichen Lernergebnissen, die eine andere Form des Feedbacks verlangen. Dabei sollte so oft wie möglich auf die Form des individuellen Kommentars zurückgegriffen werden.

Neben den oben dargestellten Formen des Feedbacks ist es auch wichtig, die Schülerinnen und Schüler während des Lernprozesses und der Erstellung eines individuellen Produktes begleitend zu beraten.

Ideen für Produkte sind u.a. die folgenden:

- Lerntagebuches
- Portfolio
- Projektarbeit
- Wochenplanarbeit
- Lernvideos

Für die einheitliche Bewertung erbrachter Leistungen, sowohl geschlossener als auch offener Aufgaben, wird eine Orientierung an den folgenden Indikatoren empfohlen.

Indikatoren für die Sek I

Note	Indikatoren ²
1	<ul style="list-style-type: none"> • zeigt fundierte Kenntnis der Unterrichtsinhalte • äußert eigenständige gedankliche Leistung zu komplexen Sachverhalten • überträgt früher Gelerntes auf neue Sachverhalte und gelangt so zu neuen Fragestellungen und vertiefenden Einsichten • bringt besondere Kenntnisse und zielführende Ideen in die Arbeit ein
2	<ul style="list-style-type: none"> • zeigt überwiegend fundierte Kenntnis der Unterrichtsinhalte und versteht schwierige Sachverhalte • stellt Zusammenhänge zu früher Gelerntem her
3	<ul style="list-style-type: none"> • zeigt in der Regel Kenntnis der Unterrichtsinhalte • formuliert Lösungsansätze zu grundlegenden Fragestellungen • stellt zumeist Zusammenhänge zu früher Gelerntem her, teilweise mit Unterstützung
4	<ul style="list-style-type: none"> • zeigt Grundkenntnisse, d.h. er formuliert überwiegend einfache Beiträge • hat Schwierigkeiten Zusammenhänge zu erkennen und herzustellen
5	<ul style="list-style-type: none"> • zeigt kaum Kenntnis der Unterrichtsinhalte kann kaum Zusammenhänge erkennen und herstellen
6	<ul style="list-style-type: none"> • zeigt keine Kenntnis der Unterrichtsinhalte - kann keine Zusammenhänge erkennen und herstellen • wirkt nicht an Arbeitsprozessen mit

Indikatoren für die Sek II

Note	Indikatoren ³
1	<ul style="list-style-type: none"> • zeigt stets fundierte Fachkenntnisse • formuliert eigenständige, weiterführende, Problem lösende Beiträge • bringt immer wieder gedankliche Leistungen zu komplexen Sachverhalten ein • überträgt früher Gelerntes auf neue Sachverhalte und gelangt so zu neuen Fragestellungen und vertiefenden Einsichten • verwendet (Fach-) Sprache souverän und präzise • begründet Standpunkte nicht nur differenziert, sondern benennt auch zugrunde liegende Kriterien • präsentiert Ergebnisse umfassend, strukturiert und zusammenhängend
2	<ul style="list-style-type: none"> • zeigt überwiegend fundierte Fachkenntnisse • formuliert relevante und zielgerichtete Beiträge • versteht schwierige Sachverhalte und kann sie richtig erklären • stellt Zusammenhänge zu früher Gelerntem her • verwendet (Fach-) Sprache korrekt • begründet Standpunkte differenziert • präsentiert Ergebnisse vollständig, schlüssig und verständlich
3	<ul style="list-style-type: none"> • zeigt in der Regel fundierte Fachkenntnisse • formuliert gelegentlich relevante Beiträge • bringt zu grundlegenden Fragestellungen Lösungsansätze ein • ordnet den Stoff in die Unterrichtsreihe ein • verwendet (Fach-) Sprache weitgehend angemessen und korrekt

² <http://www.gymnasium-alleestrasse.de/downloads/Allgemeines%20Konzept%20der%20Leistungsbewertung%20GSA.pdf>

³ <http://www.gymnasium-alleestrasse.de/downloads/Allgemeines%20Konzept%20der%20Leistungsbewertung%20GSA.pdf>

	<ul style="list-style-type: none">• benennt Standpunkte und begründet sie weitgehend• präsentiert Ergebnisse schlüssig und nachvollziehbar
4	<ul style="list-style-type: none">• zeigt fachliche Grundkenntnisse• formuliert Beiträge, die überwiegend Antworten auf einfache oder reproduktive Fragen sind• kann (auf Anfrage) in der Regel grundlegende Inhalte/Zusammenhänge der letzten Stunde(n) wiedergeben• hat Schwierigkeiten, sich (fach-) sprachlich angemessen auszudrücken• benennt Standpunkte, begründet sie aber nur im Ansatz• präsentiert Ergebnisse, die Präsentation ist aber unzureichend
5	<ul style="list-style-type: none">• zeigt kaum verwertbare Fachkenntnisse• ist kaum in der Lage, Lernfortschritte zu zeigen• hat erhebliche Schwierigkeiten sich angemessen auszudrücken• benennt Standpunkte nicht verständlich• ist meist nicht in der Lage, Ergebnisse zu präsentieren
6	<ul style="list-style-type: none">• zeigt keine Fachkenntnisse• macht Lernfortschritte nicht erkennbar• drückt sich sprachlich nicht angemessen aus• benennt keine Standpunkte• ist nicht in der Lage, Ergebnisse zu präsentieren

Anhang: Abiturprüfung 2019 Biologie Grundkurs (BI GK HAT 2 (GG))

Ministerium für
Schule und Bildung
des Landes Nordrhein-Westfalen



BI GK HT 1 (GG)
Seite 1 von 4

Name: _____

Abiturprüfung 2019 Biologie, Grundkurs

Aufgabenstellung:

Thema: Neues Gift zur Blattlausbekämpfung

- Erklären Sie den in Abbildung 1A gezeigten Verlauf eines Aktionspotenzials. Fassen Sie die Ergebnisse mit Pyrethroid-Zugabe (Abbildung 1B) zusammen und deuten Sie diese im Hinblick auf die neurophysiologische Wirkung der Pyrethroide und auf die Folgen für das Insekt (Material A). (20 Punkte)
- Ermitteln Sie den bei der L1014F-Mutation vorliegenden Mutationstyp (Materialien B und D) und erläutern Sie die Auswirkungen der Mutation auf das gebildete Polypeptid (Materialien A, B und D). Stellen Sie in einem Fließschema die mögliche Entstehung einer erhöhten Anzahl resistenter Grüner Pfirsichläuse innerhalb einer Population dar (Material B). (18 Punkte)
- Werten Sie die in Abbildung 4 gezeigten Ergebnisse unter Berücksichtigung der neurophysiologischen Wirkungsweise des Toxins Hv1a aus (Material C). Bewerten Sie den Einsatz des Hv1a/GNA-Fusionsproteins in der Landwirtschaft (Materialien A bis C). (16 Punkte)

Zugelassene Hilfsmittel:

- GTR (Grafikfähiger Taschenrechner) oder CAS (Computer-Algebra-System)
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

Ministerium für
Schule und Bildung
des Landes Nordrhein-Westfalen



BI GK HT 1 (GG)
Seite 2 von 4

Name: _____

Material A: Blattlausbekämpfung mit klassischen Insektiziden

Blattläuse sind Schädlinge, die auch bedeutende Agrarpflanzen befallen. Sie ernähren sich von Pflanzensäften, die sie mit ihrem Saugrüssel aus den Pflanzen saugen. Zur Bekämpfung der Blattläuse werden in der Landwirtschaft klassischerweise Insektizide eingesetzt. Dabei kommen auch Insektizide aus der Gruppe der Pyrethroide zum Einsatz.

Pyrethroide binden an spannungsabhängige Na⁺-Ionenkanäle in Nervenzellen. In einem Experiment wurden die Auswirkungen von Pyrethroiden auf Nervenzellen von Insekten untersucht:

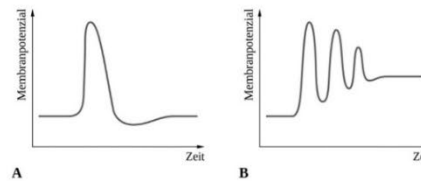


Abbildung 1 Bildung von Aktionspotentialen nach einmaliger überschwelliger Depolarisation der Axonmembran. A ohne Pyrethroid-Zugabe; B mit Pyrethroid-Zugabe

Material B: Pyrethroid-Resistenzen in Blattlaus-Populationen

Mittlerweile sind bei vielen Blattlaus- und anderen Insektenarten Mutationen in dem für den spannungsabhängigen Na⁺-Ionenkanal codierenden Gen nachgewiesen, die zu einer verminderten Wirksamkeit der Pyrethroide führen. Diese Mutationen breiten sich innerhalb der einzelnen Populationen aus.

Eine weit verbreitete Mutation trägt die Bezeichnung L1014F (Abbildung 2). Diese Mutation tritt auch bei der Grünen Pfirsichlaus (*Myzus persicae*) auf.

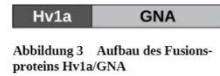
	Triplet-Nummer							
	5' →	1011	1012	1013	1014	1015	1016	→ 3'
Wildtyp		ATT	GGT	AAC	CTC	GTG	GTC	
L1014F-Mutante		ATT	GGT	AAC	TTC	GTG	GTC	

Abbildung 2 Ausschnitt aus dem nicht-codogenen Strang des Gens, das für den spannungsabhängigen Na⁺-Ionenkanal codiert.

Name: _____

Material C: Alternativer Ansatz der Blattlausbekämpfung mit einem Spinnentoxin

Zur Bekämpfung pyrethroid-resistenter Insekten versuchen Forscher u. a. die Toxine giftiger Spinnen zu nutzen. Forscher untersuchten dazu die Eignung eines aus den beiden Proteinen Hv1a und GNA zusammengesetzten Fusionsproteins (Abbildung 3).



Hv1a ist ein Toxin der Australischen Trichternetzspinne (*Hadronyche versuta*), das spezifisch spannungsabhängige Ca²⁺-Ionenkanäle an Synapsen von vielen Insektenarten hemmt, jedoch keinen Effekt auf Säugetiere zeigt. Das Protein GNA der Schneeglöckchen-Pflanze dient als Trägerprotein, indem es das Hv1a-Toxin nach oraler Aufnahme aus dem Darm zum zentralen Nervensystem der Insekten führt.

In Experimenten konnte gezeigt werden, dass das Hv1a/GNA-Fusionsprotein nur in einem sehr geringen Maß giftig auf Honigbienen wirkt. Um die Auswirkung des Fusionsproteins auf die Sterblichkeit von Grünen Pfirsichläusen zu ermitteln, wurde das Fusionsprotein dem Futter dieser Insekten beigemischt und die Überlebensrate über einen Zeitraum von elf Tagen bestimmt (Abbildung 4). Dabei wurden sowohl der Wildtyp als auch solche Grünen Pfirsichläuse untersucht, welche eine L1014F-Mutation trugen.

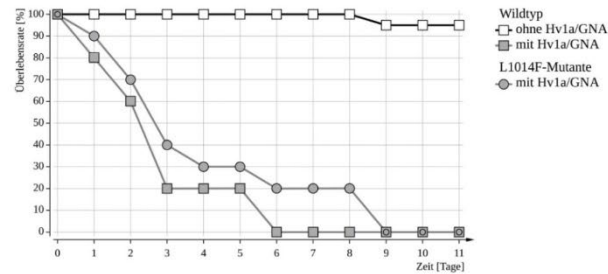
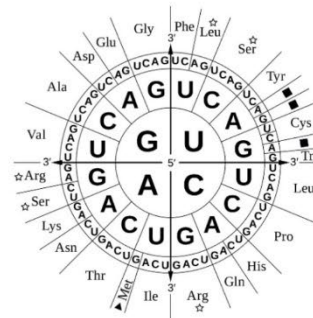


Abbildung 4 Überlebensrate von Wildtyp und L1014F-Mutante der Grünen Pfirsichlaus mit und ohne Zugabe von Hv1a/GNA-Futter. Die Messwerte der L1014F-Mutante ohne Zugabe von Hv1a/GNA entsprechen den Werten des Wildtyps ohne Hv1a/GNA-Zugabe und sind in der Abbildung nicht gezeigt.

Name: _____

Material D: Codesonne und Tabelle zum genetischen Code



- ▶ Start-Codon
- Stopp-Codon
- ☆ zweimal auftretende Aminosäure

- Ala Alanin
- Arg Arginin
- Asn Asparagin
- Asp Asparaginsäure
- Cys Cystein
- Gln Glutamin
- Glu Glutaminsäure
- Gly Glycin
- His Histidin
- Ile Isoleucin
- Leu Leucin
- Lys Lysin
- Met Methionin
- Phe Phenylalanin
- Pro Prolin
- Ser Serin
- Thr Threonin
- Trp Tryptophan
- Tyr Tyrosin
- Val Valin

Erste Base	Zweite Base				Dritte Base
	U	C	A	G	
U	Phe	Ser	Tyr	Cys	U
	Phe	Ser	Tyr	Cys	C
	Leu	Ser	■	■	A
	Leu	Ser	■	Trp	G
C	Leu	Pro	His	Arg	U
	Leu	Pro	His	Arg	C
	Leu	Pro	Gln	Arg	A
	Leu	Pro	Gln	Arg	G
A	Ile	Thr	Asn	Ser	U
	Ile	Thr	Asn	Ser	C
	Ile	Thr	Lys	Arg	A
	▶Met	Thr	Lys	Arg	G
G	Val	Ala	Asp	Gly	U
	Val	Ala	Asp	Gly	C
	Val	Ala	Glu	Gly	A
	Val	Ala	Glu	Gly	G

Unterlagen für die Lehrkraft

Abiturprüfung 2019

Biologie, Grundkurs

1. Aufgabenart

Bearbeitung einer Aufgabe, die fachspezifisches Material enthält

2. Aufgabenstellung¹

Thema: Neues Gift zur Blattlausbekämpfung

1. Erklären Sie den in Abbildung 1A gezeigten Verlauf eines Aktionspotenzials. Fassen Sie die Ergebnisse mit Pyrethroid-Zugabe (Abbildung 1B) zusammen und deuten Sie diese im Hinblick auf die neurophysiologische Wirkung der Pyrethroide und auf die Folgen für das Insekt (Material A). (20 Punkte)
2. Ermitteln Sie den bei der L1014F-Mutation vorliegenden Mutationstyp (Materialien B und D) und erläutern Sie die Auswirkungen der Mutation auf das gebildete Polypeptid (Materialien A, B und D). Stellen Sie in einem Fließschema die mögliche Entstehung einer erhöhten Anzahl resistenter Grüner Pfirsichläuse innerhalb einer Population dar (Material B). (18 Punkte)
3. Werten Sie die in Abbildung 4 gezeigten Ergebnisse unter Berücksichtigung der neurophysiologischen Wirkungsweise des Toxins Hv1a aus (Material C). Bewerten Sie den Einsatz des Hv1a/GNA-Fusionsproteins in der Landwirtschaft (Materialien A bis C). (16 Punkte)

3. Materialgrundlage

- Material A
Abbildung 1 verändert nach: Shafer et al., 2005, Abb. 3, S. 126
- Material B
Abbildung 2 verändert nach: Martinez-Torres et al., 1999, Abb. 1, S. 341
- Material C
Abbildung 3 verändert nach: Pyati et al., 2014, Abb. 1a, S. 1239
Abbildung 4 verändert nach: Yang, Fitches et al., 2014, Abb. 3A, S. 955

¹ Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

- Bass, C., Puinean, A. M., Zimmer, C. T., Denholm, I., Field, L. M., ... Williamson, M. S. (2014). The evolution of insecticide resistance in the peach potato aphid, *Myzus persicae*. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 51, 41–51. <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2014.05.003>
- Fitches, E. C., Pyati, P., King, G. F. & Gatehouse, J. A. (2012). Fusion to Snowdrop Lectin Magnifies the Oral Activity of Insecticidal ω -Hexatoxin-Hv1a Peptide by Enabling Its Delivery to the Central Nervous System. *PLOS ONE*, 7(6), e39389. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0039389>
- Martinez-Torres, D., Foster, S. P., Field, L. M., Devonshire, A. L. & Williamson, M. S. (1999). A sodium channel point mutation is associated with resistance to DDT and pyrethroid insecticides in the peach-potato aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). *Insect Molecular Biology*, 8(3), 339–346. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2583.1999.83121.x>
- Nakasu, E. Y. T., Williamson, S. M., Edwards, M. G., Fitches, E. C., Gatehouse, J. A., ... Gatehouse, A. M. R. (2014). Novel biopesticide based on a spider venom peptide shows no adverse effects on honeybees. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1787), 20140619. <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.0619>
- Pyati, P., Fitches, E. & Gatehouse, J. A. (2014). Optimising expression of the recombinant fusion protein biopesticide ω -hexatoxin-Hv1a/GNA in *Pichia pastoris*: sequence modifications and a simple method for the generation of multi-copy strains. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 41(8), 1237–1247. <https://doi.org/10.1007/s10295-014-1466-8>
- Shafer, T. J., Meyer, D. A. & Crofton, K. M. (2005). Developmental Neurotoxicity of Pyrethroid Insecticides: Critical Review and Future Research Needs. *Environmental Health Perspectives*, 113(2), 123–136. <https://doi.org/10.1289/ehp.7254>
- Yang, S., Fitches, E., Pyati, P. & Gatehouse, J. A. (2014). Effect of insecticidal fusion proteins containing spider toxins targeting sodium and calcium ion channels on pyrethroid-resistant strains of peach-potato aphid (*Myzus persicae*). *Pest Management Science*, 71(7), 951–956. <https://doi.org/10.1002/ps.3872>
- Yang, S., Pyati, P., Fitches, E. & Gatehouse, J. A. (2014). A recombinant fusion protein containing a spider toxin specific for the insect voltage-gated sodium ion channel shows oral toxicity towards insects of different orders. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 47, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2014.01.007>

4. Bezüge zum Kernlehrplan und zu den Vorgaben 2019

Die Aufgaben weisen vielfältige Bezüge zu den Kompetenzerwartungen und Inhaltsfeldern des Kernlehrplans bzw. zu den in den Vorgaben ausgewiesenen Fokussierungen auf. Im Folgenden wird auf Bezüge von zentraler Bedeutung hingewiesen.

<p>1. <i>Inhaltsfelder und inhaltliche Schwerpunkte</i></p> <p>Neurobiologie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Funktion von Neuronen • Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung <p>Genetik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proteinbiosynthese • Gentechnik <p>Evolution</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen evolutiver Veränderungen <p>Ökologie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mensch und Ökosysteme <p>2. <i>Medien/Materialien</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • entfällt
--

5. Zugelassene Hilfsmittel

- GTR (Grafikfähiger Taschenrechner) oder CAS (Computer-Algebra-System)
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

6. Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen

Teilleistungen – Kriterien

a) inhaltliche Leistung

Teilaufgabe 1

Anforderungen		maximal erreichbare Punktzahl
Der Prüfling		
1	<p>erklärt den in Abbildung 1A gezeigten Verlauf eines Aktionspotenzials, sinngemäß:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wird das Axon bis über einen bestimmten Wert (Schwellenwert) hinaus depolarisiert, öffnen sich spannungsabhängige Na⁺-Ionenkanäle. • Aufgrund des Konzentrationsgradienten und des Ladungsgefälles diffundieren Na⁺-Ionen aus dem umgebenden Medium in das Axon, wodurch es zu einer Depolarisation der Membran in den positiven Messbereich kommt (+30 mV). • Die Na⁺-Ionenkanäle schließen sich nach 1–2 ms wieder und bleiben für eine kurze Zeit inaktiv. • Aufgrund der Depolarisation öffnen sich langsam spannungsabhängige K⁺-Ionenkanäle. • Der Ausstrom von K⁺-Ionen bewirkt die Repolarisation, d. h. die Rückkehr des Membranpotenzials zum Ruhepotenzial. • Da sich die K⁺-Ionenkanäle langsam schließen, entsteht eine Hyperpolarisation der Membran, d. h., das Membranpotenzial nimmt kurzzeitig negativere Werte an als das Ruhepotenzial. 	8
2	<p>fasst die Ergebnisse mit Pyrethroid-Zugabe (Abbildung 1B) zusammen, sinngemäß:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nach Pyrethroid-Zugabe bewirkt eine einmalige überschwellige Depolarisation mehrere Aktionspotenziale, wobei nach jedem Aktionspotenzial die Zellmembran weniger stark repolarisiert und die Amplituden bei jedem neuen Aktionspotenzial dementsprechend geringer werden. • Nach dem dritten Aktionspotenzial erfolgt kein weiteres. Das Membranpotenzial bleibt konstant, jedoch deutlich über dem Wert des Ruhepotenzials. 	4
3	<p>deutet diese im Hinblick auf die neurophysiologische Wirkung der Pyrethroide und auf die Folgen für das Insekt (Material A), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dies lässt darauf schließen, dass Pyrethroide eine andauernde Depolarisation der Axonmembran bewirken. • Pyrethroide binden an spannungsabhängige Na⁺-Ionenkanäle und bewirken eine längere Öffnung bzw. eine verlangsamte Inaktivierung der Kanäle. • Dadurch strömen dauerhaft Na⁺-Ionen in das Axon und das Membranpotenzial bleibt konstant positiver als das Ruhepotenzial (allmählicher Zusammenbruch des elektrochemischen Gradienten). <p><i>(Alternative sachlogische Lösungen werden entsprechend gewertet.)</i></p>	4
4	<p>deutet diese im Hinblick auf die neurophysiologische Wirkung der Pyrethroide und auf die Folgen für das Insekt (Material A), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durch den Zusammenbruch des Ruhepotenzials ist das Axon nicht mehr erregbar. • Die Erregungweiterleitung an den Neuronen wird somit unterbunden, was letztlich zum Tod des Insekts führt. 	4
5	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
1	<p>Der Prüfling</p> <p>ermittelt den bei der L1014F-Mutation vorliegenden Mutationstyp (Materialien B und D), sinngemäß:</p> <ul style="list-style-type: none"> Bei der L1014F-Mutante hat an der ersten Position des 1014. Triplets ein Basenaustausch (T anstelle von C) stattgefunden. Dies führt zum Einbau der Aminosäure Phenylalanin anstelle von Leucin in das Polypeptid. Es handelt sich daher um eine Missense-Mutation. 	4
2	<p>erläutert die Auswirkungen der Mutation auf das gebildete Polypeptid (Materialien A, B und D), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> Der Einbau einer anderen Aminosäure hat Einfluss auf die verschiedenen Strukturebenen (Primär-, Sekundär- und Tertiärstruktur) sowie auf die Funktion des gebildeten Polypeptids (hier: spannungsabhängiger Na⁺-Ionenkanal). Da die Mutation eine Resistenz gegenüber Pyrethroiden vermittelt, könnte die Mutation die Bindung der Insektizide an den Kanal verringern, sodass diese wirkungslos bleiben. <p><i>(Geht der Prüfling z. B. darauf ein, dass die Mutation offenbar nicht mit einer Funktionseinschränkung des Kanals verbunden ist, da die L1014F-Mutation bei Grünen Pfirsichläusen keine Fitness einschränkt, so stellt dies ggf. ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium dar.)</i></p>	6
3	<p>stellt in einem Fließschema die mögliche Entstehung einer erhöhten Anzahl resistenter Grüner Pfirsichläuse innerhalb einer Population dar (Material B), z. B.:</p> <pre> graph TD A[Entstehung resistenter Grüner Pfirsichläuse durch eine zufällige Mutation] --> B[Einsatz von Pyrethroiden] B --> C[Absterben wildtypischer (nicht-resistenter) Grüner Pfirsichläuse] C --> D[Selektionsvorteil der Träger des L1014F-Allels] D --> E[vermehrte Weitergabe des Allels] E --> F[Erhöhte Anzahl an resistenten Grünen Pfirsichläusen] </pre> <p><i>(Alternative fachlich korrekte Lösungen sind zu akzeptieren. Die volle Punktzahl darf nur vergeben werden, wenn der Prüfling ein im Umfang vergleichbares Fließschema darstellt. Überlegungen zu Fitness und Allelfrequenzen stellen ggf. ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium dar.)</i></p>	8
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
1	<p>wertet die in Abbildung 4 gezeigten Ergebnisse unter Berücksichtigung der neurophysiologischen Wirkungsweise des Toxins Hv1a aus (Material C), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ohne die Zugabe von Hv1a/GNA überlebten die meisten der Wildtyp-Läuse. Bei Zugabe des Fusionsproteins Hv1a/GNA waren nach 6 Tagen alle Wildtyp-Läuse tot. Dies spricht für eine zeitverzögerte, effektive toxische Wirkung des Fusionsproteins. Das Fusionsprotein zeigte ebenfalls eine tödliche Wirkung auf die L1014F-Mutanten, wobei die Überlebensrate erst nach 9 Tagen auf 0 % sank. Das Toxin Hv1a hemmt spezifisch spannungsabhängige Ca²⁺-Ionenkanäle an chemischen Synapsen von vielen Insektenarten und verhindert so den Ca²⁺-Ionenstrom in die Präsynapse und die Neurotransmitterausschüttung in den synaptischen Spalt. Dadurch wird die Erregungsweiterleitung unterbunden. Dies kann z. B. Lähmungserscheinungen bewirken, die zum Tod führen können. GNA befördert das Toxin Hv1a an seinen Wirkort im zentralen Nervensystem. Ohne GNA wäre Hv1a vermutlich wirkungslos. <p><i>(Eine vertiefte Erläuterung der Synapsenprozesse ist nicht erforderlich und stellt ggf. ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium dar.)</i></p>	10
2	<p>bewertet den Einsatz des Hv1a/GNA-Fusionsproteins in der Landwirtschaft (Materialien A bis C), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> Das Hv1a/GNA-Fusionsprotein wirkt auch bei solchen Grünen Pfirsichläusen, die eine L1014F-Mutation tragen, sehr effektiv und könnte daher die Schädigungen durch diese Läuse verringern und die landwirtschaftlichen Erträge steigern. Da Hv1a kaum giftig für bestäubende Honigbienen ist, könnte das Protein in für die Bienen unschädlichen Konzentrationen auch breiter eingesetzt werden. Hierfür spricht auch, dass Hv1a nicht auf Säugetiere wirkt. Eine Auswirkung z. B. auf den Menschen ist somit wahrscheinlich auszuschließen. Allerdings müsste auch für andere ökologisch bedeutende Insektenarten eine entsprechende Ungefährlichkeit nachgewiesen werden, um negative Folgen für die betroffenen Ökosysteme auszuschließen. Zudem ist es möglich, dass sich auch gegen das Hv1a/GNA-Fusionsprotein Resistenzen entwickeln. <p><i>(Zur Vergabe der vollen Punktzahl wird eine differenzierte Bewertung des Fusionsprotein-Einsatzes anhand von drei Aspekten erwartet. Alternative sachlogische Lösungen sind zu akzeptieren.)</i></p>	6
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

b) Darstellungsleistung

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	<p>Der Prüfling</p> <ul style="list-style-type: none"> führt seine Gedanken schlüssig, stringent und klar aus. strukturiert seine Darstellung sachgerecht. verwendet eine differenzierte und präzise Sprache. gestaltet seine Arbeit formal ansprechend. 	6

Ministerium für Schule und Bildung NRW

BI GK HT 1 (GG)
Seite 7 von 9

7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit

Name des Prüflings: _____ Kursbezeichnung: _____

Schule: _____

a) inhaltliche Leistung

Teilaufgabe 1

Der Prüfling	Anforderungen	Lösungsqualität ²			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	erklärt ...	8			
2	fasst zusammen ...	4			
3	deutet ...	4			
4	deutet ...	4			
5	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
Summe 1. Teilaufgabe		20			

Teilaufgabe 2

Der Prüfling	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	ermittelt ...	4			
2	erläutert ...	6			
3	stellt dar ...	8			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
Summe 2. Teilaufgabe		18			

² EK = Erstkorrektur; ZK = Zweitkorrektur; DK = Drittkorrektur

Ministerium für Schule und Bildung NRW

BI GK HT 1 (GG)
Seite 8 von 9

Teilaufgabe 3

Der Prüfling	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	wertet aus ...	10			
2	bewertet ...	6			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
Summe 3. Teilaufgabe		16			
Summe der 1., 2. und 3. Teilaufgabe		54			

b) Darstellungsleistung

Der Prüfling	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<ul style="list-style-type: none"> • führt seine Gedanken ... • strukturiert seine Darstellung ... • verwendet eine differenzierte ... • gestaltet seine Arbeit ... 	6			
Summe Darstellungsleistung		6			
Summe insgesamt (inhaltliche und Darstellungsleistung)		60			

Festlegung der Gesamtnote
(Bitte nach der letzten bearbeiteten Aufgabe ausfüllen.)

	Lösungsqualität			
	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
Übertrag der Punktzahl aus der ersten bearbeiteten Aufgabe	60			
Übertrag der Punktzahl aus der zweiten bearbeiteten Aufgabe	60			
Punktzahl der gesamten Prüfungsleistung	120			

aus der Punktzahl resultierende Note gemäß nachfolgender Tabelle			
Note ggf. unter Absenkung um bis zu zwei Notenpunkte gemäß § 13 Abs. 2 APO-GOST			
Paraphe			

Ministerium für Schule und Bildung NRW

BI GK HT 1 (GG)
Seite 9 von 9

Berechnung der Endnote nach Anlage 4 der Abiturverfugung auf der Grundlage von § 34 APO-GOST

Die Klausur wird abschließend mit der Note _____ (____ Punkte) bewertet.

Unterschrift, Datum:

Ministerium für
Schule und Bildung
des Landes Nordrhein-Westfalen



BI GK HT 2 (GG)
Seite 1 von 4

Name: _____

Abiturprüfung 2019

Biologie, Grundkurs

Aufgabenstellung:

Thema: Molekulare Anpasstheit von Säugetieren an ein Leben im Wasser

1. Erklären Sie kurz, inwiefern DNA-Sequenzen homologer Gene die Verwandtschaftsbeziehungen zwischen Arten widerspiegeln. Stellen Sie anhand von Abbildung 1 wesentliche Aspekte der stammesgeschichtlichen Entwicklung aquatisch lebender Säugetierarten dar und beurteilen Sie den Grad ihrer phylogenetischen Verwandtschaft (Material A). (18 Punkte)
2. Geben Sie mögliche mRNA-Codons für die Aminosäuren der Myoglobin-Varianten an, in denen sich die Sequenzen unterscheiden, und ermitteln Sie mögliche Mutationstypen (Tabelle 1, Materialien B und C). Erläutern Sie die wahrscheinlichen Auswirkungen der Mutationen (Material B) und werten Sie in diesem Zusammenhang Abbildung 2 aus. (20 Punkte)
3. Entwickeln Sie unter Bezug auf die synthetische Evolutionstheorie und das Konzept der Fitness eine ausführlich begründete Hypothese zur Entwicklung der Anpasstheiten der aquatisch und teilweise aquatisch lebenden Säugetiere hinsichtlich der Myoglobin-Varianten (Materialien A und B). Prüfen Sie in diesem Zusammenhang eine mögliche konvergente Entwicklung auf molekularer Ebene (Materialien A und B). (16 Punkte)

Zugelassene Hilfsmittel:

- GTR (Grafikfähiger Taschenrechner) oder CAS (Computer-Algebra-System)
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

Grundsätze für die Bewertung (Notenfindung)

Für die Zuordnung der Notenstufen zu den Punktzahlen ist folgende Tabelle zu verwenden:

Note	Punkte	Erreichte Punktzahl
sehr gut plus	15	120 – 114
sehr gut	14	113 – 108
sehr gut minus	13	107 – 102
gut plus	12	101 – 96
gut	11	95 – 90
gut minus	10	89 – 84
befriedigend plus	9	83 – 78
befriedigend	8	77 – 72
befriedigend minus	7	71 – 66
ausreichend plus	6	65 – 60
ausreichend	5	59 – 54
ausreichend minus	4	53 – 48
mangelhaft plus	3	47 – 40
mangelhaft	2	39 – 33
mangelhaft minus	1	32 – 24
ungenügend	0	23 – 0

Name: _____

Material A: Aquatisch und teilweise aquatisch lebende Säugetierarten

Im Verlauf der Evolution der ursprünglich landlebenden Säugetiere sind auch ganz oder teilweise wasserlebende (aquatische) Arten entstanden. In Abbildung 1 sind die Arten nach ihrer Lebensweise gekennzeichnet. Für rund 130 heute lebende Säugetierarten wurde ein phylogenetischer Stammbaum aus DNA-Sequenzen von 21 nukleären proteincodierenden Genen und fünf nukleären nicht-codierenden DNA-Regionen erstellt. Abbildung 1 zeigt einen Ausschnitt aus dem gesamten Stammbaum.

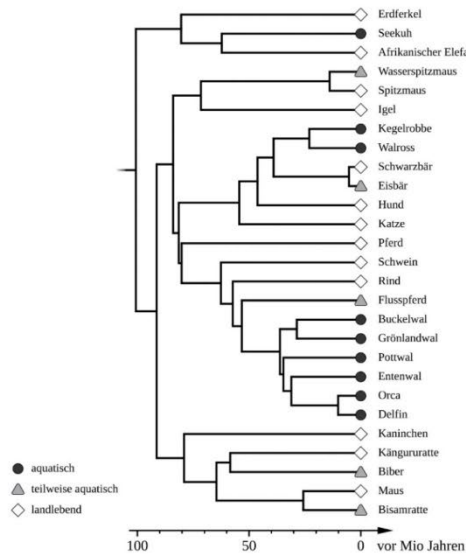


Abbildung 1 Phylogenetischer Stammbaum ausgewählter Säugetierarten. Die Darstellung basiert auf Sequenzdaten nukleärer proteincodierender Gene sowie nukleärer nicht-codierender DNA-Regionen.

Name: _____

Material B: Verschiedene Myoglobin-Varianten bei Säugetieren

Viele wasserlebende Säugetiere können sehr ausdauernd die Atemluft anhalten und sind so zu langen Tauchgängen etwa bei der Jagd nach Beute in der Lage. Unter Wasser werden die Muskeln dann mit dem in ihnen gespeicherten Sauerstoff versorgt. Das Sauerstoff-bindende Protein Myoglobin im Muskel hat dabei eine Schlüsselfunktion. Myoglobin übernimmt den Sauerstoff vom Hämoglobin des Blutes, bindet ihn und setzt ihn bei Bedarf in den Muskelzellen frei. Die Funktionsfähigkeit von Myoglobin hängt von seiner Aminosäuresequenz ab, daher sind nur einige Bereiche des Proteins variabel.

Bei hohen Myoglobin-Konzentrationen neigt Myoglobin zur Bildung von Zusammenlagerungen und wird so in seiner Funktionsweise eingeschränkt. Eine Erhöhung der Oberflächenladung des Myoglobin-Moleküls kann wegen der Abstoßungskräfte zwischen den einzelnen Molekülen die Wahrscheinlichkeit der Zusammenlagerung verringern. Die verschiedenen, variablen Aminosäuren des Myoglobins beeinflussen seine Oberflächenladung. Der Einbau von Arginin, Histidin und Lysin zum Beispiel erhöht in der Regel die Oberflächenladung und damit die Abstoßungskräfte zwischen den Myoglobin-Molekülen.

Tabelle 1 Ausschnitte aus der Aminosäuresequenz des Myoglobins bei ausgewählten Arten. Die Position der betreffenden Aminosäure im Myoglobin ist durch Zahlen angegeben.

Art	Position		
	115-116-117	139-140-141	151-152-153
Kegelrobbe	Leu-His-Ser	Arg-Asn-Asp	Phe-His-Gly
Schwein	Leu-Gln-Ser	Arg-Asn-Asp	Phe-Gln-Gly
Orca	Leu-His-Ser	Arg-Lys-Asp	Phe-His-Gly
Biber	Leu-Gln-Ser	Arg-Lys-Asp	Phe-Gln-Gly

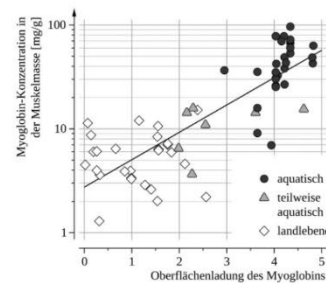
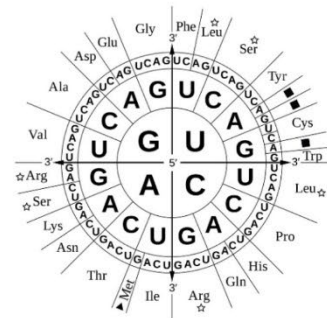


Abbildung 2 Myoglobin-Konzentration in der Muskelmasse in Abhängigkeit von der Oberflächenladung des Myoglobins. Die Oberflächenladung wird ohne Einheit angegeben. Die Werte der in Abbildung 1 ausgewählten Säugetierarten sind hier enthalten.

Name: _____

Material C: Codesonne und Tabelle zum genetischen Code



▶ Start-Codon
 ■ Stopp-Codon
 ☆ zweimal auftretende Aminosäure

- Ala Alanin
- Arg Arginin
- Asn Asparagin
- Asp Asparaginsäure
- Cys Cystein
- Gln Glutamin
- Glu Glutaminsäure
- Gly Glycin
- His Histidin
- Ile Isoleucin
- Leu Leucin
- Lys Lysin
- Met Methionin
- Phe Phenylalanin
- Pro Prolin
- Ser Serin
- Thr Threonin
- Trp Tryptophan
- Tyr Tyrosin
- Val Valin

Erste Base	Zweite Base				Dritte Base
	U	C	A	G	
5'					3'
U	Phe	Ser	Tyr	Cys	U
	Phe	Ser	Tyr	Cys	C
	Leu	Ser	■	■	A
	Leu	Ser	■	Trp	G
C	Leu	Pro	His	Arg	U
	Leu	Pro	His	Arg	C
	Leu	Pro	Gln	Arg	A
	Leu	Pro	Gln	Arg	G
A	Ile	Thr	Asn	Ser	U
	Ile	Thr	Asn	Ser	C
	Ile	Thr	Lys	Arg	A
	▶Met	Thr	Lys	Arg	G
G	Val	Ala	Asp	Gly	U
	Val	Ala	Asp	Gly	C
	Val	Ala	Glu	Gly	A
	Val	Ala	Glu	Gly	G

Unterlagen für die Lehrkraft

Abiturprüfung 2019

Biologie, Grundkurs

1. Aufgabenart

Bearbeitung einer Aufgabe, die fachspezifisches Material enthält

2. Aufgabenstellung¹

Thema: Molekulare Anpasstheit von Säugetieren an ein Leben im Wasser

- Erklären Sie kurz, inwiefern DNA-Sequenzen homologer Gene die Verwandtschaftsbeziehungen zwischen Arten widerspiegeln. Stellen Sie anhand von Abbildung 1 wesentliche Aspekte der stammesgeschichtlichen Entwicklung aquatisch lebender Säugetierarten dar und beurteilen Sie den Grad ihrer phylogenetischen Verwandtschaft (Material A). (18 Punkte)
- Geben Sie mögliche mRNA-Codons für die Aminosäuren der Myoglobin-Varianten an, in denen sich die Sequenzen unterscheiden, und ermitteln Sie mögliche Mutationstypen (Tabelle 1, Materialien B und C). Erläutern Sie die wahrscheinlichen Auswirkungen der Mutationen (Material B) und werten Sie in diesem Zusammenhang Abbildung 2 aus. (20 Punkte)
- Entwickeln Sie unter Bezug auf die synthetische Evolutionstheorie und das Konzept der Fitness eine ausführlich begründete Hypothese zur Entwicklung der Anpasstheiten der aquatisch und teilweise aquatisch lebenden Säugetiere hinsichtlich der Myoglobin-Varianten (Materialien A und B). Prüfen Sie in diesem Zusammenhang eine mögliche konvergente Entwicklung auf molekularer Ebene (Materialien A und B). (16 Punkte)

3. Materialgrundlage

- Material A
Abbildung 1: eigene Darstellung unter Verwendung des Supplements zu Mirceta et al., 2013; Huson & Scornavacca, 2012; Meredith et al., 2011, Abb. 1
- Material B
Tabelle 1: eigene Darstellung unter Verwendung des Supplements zu Mirceta et al., 2013, Abb. S4
Abbildung 2: verändert nach Mirceta et al., 2013, Abb. 1B und dem Supplement, Tabelle S1

¹ Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

Ministerium für Schule und Bildung NRW

BI GK HT 2 (GG)

Seite 2 von 8

- Huson, D. H. & Scornavacca, C. (2012). Dendroscope 3: An Interactive Tool for Rooted Phylogenetic Trees and Networks. *Systematic Biology*, 61(6), 1061–1067. <https://doi.org/10.1093/sysbio/sys062>
- Meredith, R. W., Janečka, J. E., Gatesy, J., Ryder, O. A., Fisher, C. A., ... Murphy, W. J. (2011). Impacts of the Cretaceous Terrestrial Revolution and KPg Extinction on Mammal Diversification. *Science*, 334(6055), 521–524. <https://doi.org/10.1126/science.1211028>
- Mirceta, S., Signore, A. V., Burns, J. M., Cossins, A. R., Campbell, K. L. & Berenbrink, M. (2013). Evolution of Mammalian Diving Capacity Traced by Myoglobin Net Surface Charge. *Science*, 340(6138), 1234192. <https://doi.org/10.1126/science.1234192>
- Patalong, F. (2015, April 18). Konvergente Entwicklung: Die Evolution wiederholt sich doch. Abgerufen 10. September 2018, von <http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/die-evolution-wiederholt-sich-doch-a-1028451.html>

4. Bezüge zum Kernlehrplan und zu den Vorgaben 2019

Die Aufgaben weisen vielfältige Bezüge zu den Kompetenzerwartungen und Inhaltsfeldern des Kernlehrplans bzw. zu den in den Vorgaben ausgewiesenen Fokussierungen auf. Im Folgenden wird auf Bezüge von zentraler Bedeutung hingewiesen.

<p>1. <i>Inhaltsfelder und inhaltliche Schwerpunkte</i></p> <p>Evolution</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen evolutiver Veränderung • Stammbäume <p>Genetik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proteinbiosynthese <p>2. <i>Medien/Materialien</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • entfällt

5. Zugelassene Hilfsmittel

- GTR (Grafikfähiger Taschenrechner) oder CAS (Computer-Algebra-System)
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

Ministerium für Schule und Bildung NRW

BI GK HT 2 (GG)

Seite 3 von 8

6. Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen

Teilleistungen – Kriterien

a) inhaltliche Leistung

Teilaufgabe 1

Anforderungen		maximal erreichbare Punktzahl
Der Prüfling		
1	<p>erklärt kurz, inwiefern DNA-Sequenzen homologer Gene die Verwandtschaftsbeziehungen zwischen Arten widerspiegeln, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DNA-Sequenzen homologer Gene entsprechen Merkmalen auf molekularer Ebene und können zwischen Arten verglichen werden. Sie werden nach Ähnlichkeit geordnet. • Je weiter zwei Arten phylogenetisch voneinander entfernt sind, umso länger liegt der Zeitpunkt der Trennung ihrer Entwicklungslinien zurück und umso mehr Mutationen können sich während dieser Zeit angesammelt haben. <p>(Andere, aus dem Unterricht bekannte Darstellungen sind ebenfalls zu akzeptieren. Die Erklärung einer molekularen Uhr kann ggf. als zusätzliches aufgabenbezogenes Kriterium bewertet werden.)</p>	4
2	<p>stellt anhand von Abbildung 1 wesentliche Aspekte der stammesgeschichtlichen Entwicklung aquatisch lebender Säugetierarten dar (Material A), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aquatisch lebende Arten finden sich in verschiedenen Entwicklungslinien bei den Säugetieren. • Seekühe und Elefanten gehen auf einen gemeinsamen Vorfahren zurück. • Walross und Kegelrobbie haben gemeinsame Vorfahren mit den Bären. Ihre Entwicklungslinie trennte sich vor etwa 40 Millionen Jahren von der Linie, die zu den Bären führt. • Die Entwicklungslinie der Wale und Delfine zweigt von der Entwicklungslinie ab, die zum Rind führt. Der letzte gemeinsame Vorfahre dieser Taxa lebte vor etwa 60 Millionen Jahren. 	8
3	<p>beurteilt den Grad ihrer phylogenetischen Verwandtschaft (Material A), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zwischen den aquatisch lebenden Arten der Säugetiere liegt bei Walen und Delfinen eine engere phylogenetische Verwandtschaft vor. Zwischen Kegelrobbie und Walross liegt ebenfalls eine engere phylogenetische Verwandtschaft vor. • Zwischen den Gruppen von Walross und Kegelrobbie einerseits sowie andererseits den Walen und Delfinen liegt keine engere phylogenetische Verwandtschaft vor, da ihr letzter gemeinsamer Vorfahre vor etwa 80 Millionen Jahren existierte und sich davon ausgehend ganz unterschiedliche Linien der Säugetiere entwickelten. • Die Seekühe gehören zu einer anderen Entwicklungslinie, die sich bereits vor rund 100 Millionen Jahren abgespaltete. 	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 2

Anforderungen		maximal erreichbare Punktzahl																													
Der Prüfling																															
1	<p>gibt mögliche mRNA-Codons für die Aminosäuren der Myoglobin-Varianten an, in denen sich die Sequenzen unterscheiden (Tabelle 1, Materialien B und C), z. B.:</p> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Art</th> <th colspan="4">mRNA-Codon an Position</th> </tr> <tr> <th>5' → 116</th> <th>140</th> <th>152</th> <th>→ 3'</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kegelrobbe</td> <td>CAU oder CAC</td> <td>AAC oder AAU</td> <td>CAU oder CAC</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Schwein</td> <td>CAA oder CAG</td> <td>AAC oder AAU</td> <td>CAA oder CAG</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Orca</td> <td>CAU oder CAC</td> <td>AAA oder AAG</td> <td>CAU oder CAC</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Biber</td> <td>CAA oder CAG</td> <td>AAA oder AAG</td> <td>CAA oder CAG</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><i>(Die Angabe jeweils eines korrekten, veränderten Codons ist für die Vergabe der vollen Punktzahl ausreichend.)</i></p>	Art	mRNA-Codon an Position				5' → 116	140	152	→ 3'	Kegelrobbe	CAU oder CAC	AAC oder AAU	CAU oder CAC		Schwein	CAA oder CAG	AAC oder AAU	CAA oder CAG		Orca	CAU oder CAC	AAA oder AAG	CAU oder CAC		Biber	CAA oder CAG	AAA oder AAG	CAA oder CAG		6
Art	mRNA-Codon an Position																														
	5' → 116	140	152	→ 3'																											
Kegelrobbe	CAU oder CAC	AAC oder AAU	CAU oder CAC																												
Schwein	CAA oder CAG	AAC oder AAU	CAA oder CAG																												
Orca	CAU oder CAC	AAA oder AAG	CAU oder CAC																												
Biber	CAA oder CAG	AAA oder AAG	CAA oder CAG																												
2	<p>ermittelt mögliche Mutationstypen (Tabelle 1, Materialien B und C), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> An den Positionen 116, 140 und 152 sind Aminosäureaustausche bei den Myoglobin-Varianten zu erkennen, also können hier Punktmutationen im Myoglobin-Gen in Form von Missense-Mutationen vorliegen. <p><i>(Es ist keine Ausgangssequenz angegeben, sodass auch eine andere, fachlich korrekte Darstellung entsprechend zu bewerten ist.)</i></p>	4																													
3	<p>erläutert die wahrscheinlichen Auswirkungen der Mutationen (Material B), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> Bei den aquatisch lebenden Arten Kegelrobbe und Orca treten bei Position 116 und 152 Austausche von Glutamin gegen Histidin auf. Histidin bewirkt eine Erhöhung der Oberflächenladung des Myoglobins bei Kegelrobbe und Orca verglichen mit dem Myoglobin des Schweins. Orca und Biber besitzen an Position 140 Lysin statt Asparagin. Auch dieser Austausch erhöht die Oberflächenladung des Myoglobins. 	4																													
4	<p>wertet in diesem Zusammenhang Abbildung 2 aus, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> Viele aquatisch lebende Säugetiere besitzen hohe Myoglobin-Konzentrationen in ihren Muskelzellen, die bis zu 100 mg Myoglobin/g Muskelmasse erreichen können. Bei diesen hohen Konzentrationen ist eine Zusammenlagerung des Myoglobins wahrscheinlich. Die Oberflächenladung des Myoglobins liegt mit Werten um 4 oder 5 bei aquatisch lebenden Arten deutlich höher als bei den landlebenden Arten (Werte zwischen 0 und 2,5) der Säugetiere. Die Erhöhung der Oberflächenladung der Myoglobin-Varianten bewirkt Abstoßungskräfte zwischen den einzelnen Molekülen und verringert so die Wahrscheinlichkeit der Zusammenlagerung. Somit können auch bei hohen Myoglobin-Konzentrationen die Myoglobin-Moleküle ihre Funktion uneingeschränkt ausüben. 	6																													
5	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)																														

Teilaufgabe 3

Anforderungen		maximal erreichbare Punktzahl
Der Prüfling		
1	<p>entwickelt unter Bezug auf die synthetische Evolutionstheorie und das Konzept der Fitness eine ausführlich begründete Hypothese zur Entwicklung der Anpasstheiten der aquatisch und teilweise aquatisch lebenden Säugetiere hinsichtlich der Myoglobin-Varianten (Materialien A und B), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> Evolutionsfaktoren wie Mutation und Rekombination bewirken zufällige Varianten bei Lebewesen, unter denen die Individuen mit den besten Anpasstheiten durch Selektionsvorteile eine größere reproduktive Fitness erreichen. Zufällige Mutationen im Myoglobin-Gen konnten in den Säugetier-Entwicklungslinien, in denen aquatisch oder teilweise aquatisch lebende Arten vorkommen, für Aminosäureaustausche verantwortlich sein, bei denen vermehrt Aminosäuren wie Histidin, Lysin oder Arginin eingebaut wurden. Bei hoher Myoglobin-Konzentration im Muskel tauchender Säugetiere blieben aufgrund der höheren Oberflächenladung die Myoglobin-Moleküle voll funktional, sodass in den Muskelzellen mehr Sauerstoff gespeichert und bei Bedarf abgegeben werden konnte. Dies stellte einen Selektionsvorteil dar. 	6
2	<p>entwickelt unter Bezug auf die synthetische Evolutionstheorie und das Konzept der Fitness eine ausführlich begründete Hypothese zur evolutionären Entwicklung der Anpasstheiten der aquatisch und teilweise aquatisch lebenden Säugetiere hinsichtlich der Myoglobin-Varianten (Materialien A und B), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> Tauchende Säugetiere mit großer Effizienz bei der Nahrungsaufnahme, etwa der Jagd nach Beute, besitzen Selektionsvorteile. Daher können Individuen, die länger und ausdauernder tauchen und Nahrung erbeuten, vermehrt ihre Allele in den Genpool der Folgegeneration einbringen und so ihre reproduktive Fitness erhöhen. So verbreiten sich die betreffenden Allele des Myoglobin-Gens in den Populationen. <p><i>(Die Begründung, dass die Kosten der erhöhten Produktion von Myoglobin durch den Selektionsvorteil der effizienteren Sauerstoffspeicherung bei aquatischen Arten ausgeglichen werden, stellt ggf. ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium dar.)</i></p>	4
3	<p>prüft in diesem Zusammenhang eine mögliche konvergente Entwicklung auf molekularer Ebene (Materialien A und B), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> In ganz verschiedenen Entwicklungslinien der Säugetiere kommen aquatisch oder teilweise aquatisch lebende Arten vor. Daher ist es wahrscheinlich, dass mehrfach unabhängig ein Übergang vom Land- zum Wasserleben stattgefunden hat. Biber und Orca zum Beispiel sind phylogenetisch nicht näher verwandt, aber besitzen beide an Position 140 Lysin statt Asparagin im Myoglobin. Da ähnliche Mutationen im Myoglobin-Gen in ganz unterschiedlichen Entwicklungslinien der Säugetiere auftreten, liegt aufgrund eines gleichen Selektionsdrucks eine konvergente Entwicklung auf molekularer Ebene vor. <p><i>(Zur Vergabe der vollen Punktzahl muss eine Begründung auf Basis der Materialien erfolgen.)</i></p>	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Ministerium für Schule und Bildung NRW

BI GK HT 2 (GG)
Seite 6 von 8

b) Darstellungsleistung

Anforderungen		maximal erreichbare Punktzahl
Der Prüfling		
<ul style="list-style-type: none"> • führt seine Gedanken schlüssig, stringent und klar aus. • strukturiert seine Darstellung sachgerecht. • verwendet eine differenzierte und präzise Sprache. • gestaltet seine Arbeit formal ansprechend. 		6

Ministerium für Schule und Bildung NRW

BI GK HT 2 (GG)
Seite 7 von 8

7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit

Name des Prüflings: _____ Kursbezeichnung: _____

Schule: _____

a) inhaltliche Leistung

Teilaufgabe 1

	Anforderungen	Lösungsqualität ²			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
Der Prüfling					
1	erklärt kurz ...	4			
2	stellt dar ...	8			
3	beurteilt ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
Summe 1. Teilaufgabe		18			

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
Der Prüfling					
1	gibt an ...	6			
2	ermittelt ...	4			
3	erläutert ...	4			
4	wertet aus ...	6			
5	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
Summe 2. Teilaufgabe		20			

² EK = Erstkorrektur; ZK = Zweitkorrektur; DK = Drittkorrektur

Ministerium für Schule und Bildung NRW

BI GK HT 2 (GG)
Seite 8 von 8

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	entwickelt eine ausführlich begründete Hypothese ...	6			
2	entwickelt eine ausführlich begründete Hypothese ...	4			
3	prüft ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
Summe 3. Teilaufgabe		16			
Summe der 1., 2. und 3. Teilaufgabe		54			

b) Darstellungsleistung

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<ul style="list-style-type: none"> • führt seine Gedanken ... • strukturiert seine Darstellung ... • verwendet eine differenzierte ... • gestaltet seine Arbeit ... 	6			
Summe Darstellungsleistung		6			
Summe insgesamt (inhaltliche und Darstellungsleistung)		60			

Die Festlegung der Gesamtnote erfolgt auf dem Auswertungsbogen in GK HT 1.

Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen



BI GK HT 3 (GG)
Seite 1 von 3

Name: _____

Abiturprüfung 2019
Biologie, Grundkurs

Aufgabenstellung:

Thema: Ökologie der Kaltwasserkorallen

- Ermitteln Sie zu den in Material A genannten Organismen die jeweiligen Trophieebenen und stellen Sie kurz die besondere Bedeutung der Art *Lophelia pertusa* für das Ökosystem dar (Material A). (8 Punkte)
- Analysieren Sie die interspezifischen Beziehungen zwischen *Lophelia pertusa* und *Eunice norvegica* anhand des Informationstextes (Material B). Fassen Sie die in Abbildung 1 gezeigten Versuchsergebnisse zusammen und werten Sie diese in Bezug auf die interspezifischen Beziehungen aus (Material B). Entwickeln Sie eine Hypothese für die veränderte Nahrungsaufnahme bei Zusammenhaltung (Materialien A und B). (21 Punkte)
- Skizzieren Sie eine schematische Toleranzkurve für den abiotischen Faktor Temperatur und erläutern Sie die Temperaturtoleranz bei *Lophelia pertusa* im Vergleich zu Warmwasserkorallen im natürlichen Lebensraum (Material C). Vergleichen Sie die Mittelwerte der Wachstumsraten bei 8 °C und 12 °C in Abbildung 2 und diskutieren Sie diese vor dem Hintergrund des erwarteten Anstieges der Temperatur und der Kohlenstoffdioxidkonzentration der Meere bis zum Ende des Jahrhunderts (Material C). (25 Punkte)

Zugelassene Hilfsmittel:

- GTR (Grafikfähiger Taschenrechner) oder CAS (Computer-Algebra-System)
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: _____

Material A: Ökosystem Korallenriff

Lophelia pertusa ist eine der wichtigsten riffbildenden Kaltwasserkorallenarten im Nordatlantik. Als Filtrierer erbeutet diese Koralle mit ihren Tentakeln aktiv Phytoplankton (fotosynthetisch aktive Algen) und Zooplankton (tierische Kleinstlebewesen) aus dem Wasser. Korallen wie *Lophelia pertusa* wachsen einzeln zwischen 5 und 34 mm pro Jahr, formen jedoch zusammen mit ihren Kalkablagerungen über die Zeit meterhohe Steinkorallenriffe, welche ein eigenes Ökosystem darstellen: Lebende Korallen als Besiedler des höchsten Punktes des Riffs haben relativ wenige Begleitarten, welche die Lücken besiedeln. Dazu zählen einige filtrierende Muscheln und Krebstiere, die sich ebenfalls von Phyto- und Zooplankton ernähren, sowie der räuberische Rotbarsch, der sich unter anderem von kleinen Fischen und Krebstieren ernährt. Das vielfältigste Leben herrscht in der darunter folgenden zweiten Zone, wo das Kalkgerüst der abgestorbenen Korallen mit seinen vielen kleinen Hohlräumen Unterschlupf bietet. Insgesamt wurden bislang mehr als 1 300 Tierarten bestimmt, die an und in Kaltwasserkorallenriffen allein im Nordatlantik vorkommen.

Material B: Wechselbeziehungen zwischen dem Borstenwurm *Eunice norvegica* und der Korallenart *Lophelia pertusa*

Häufig findet man die Borstenwurm *Eunice norvegica* in engem Kontakt mit der Korallenart *Lophelia pertusa*. *E. norvegica* formt pergamentartige Röhren zwischen lebenden Korallenästen, welche später durch die Korallen verkalken. Daher wird vermutet, dass der Wurm das Riff durch Verbinden und Verdicken verstärkt. Beobachtungen zeigten auch, dass *E. norvegica* gelegentlich Nahrung von seiner Nachbarcoralle erbeutet, während er gleichzeitig die Koralle von Schmutz reinigt und sie durch aggressives Territorialverhalten vor möglichen Räubern beschützt.

Die Interaktionen zwischen *E. norvegica* und *L. pertusa* wurden in Aquarien quantitativ untersucht. Dazu wurden zwei typische Futterquellen, kleinere Algen und größere Salzwasserkrebse, mit ¹³C-Isotopen markiert, um die Kohlenstoffaufnahme bei *E. norvegica* und *L. pertusa* zu messen (Abbildung 1).

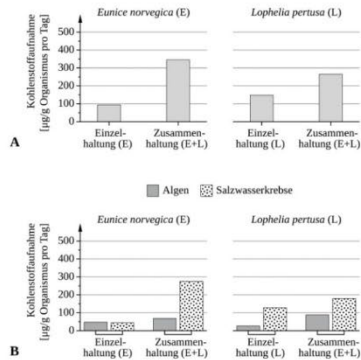


Abbildung 1 Kohlenstoffaufnahme A bei Einzel- und Zusammenhaltung und B zusätzlich differenziert nach Futterquelle



Name: _____

Material C: Einflussfaktoren auf das Wachstum von *Lophelia pertusa*

Kaltwasserkorallen sind Korallenarten, die in kaltem oder tiefem Wasser vorkommen – im Gegensatz zu ihren tropischen Verwandten (Warmwasserkorallen), die ausschließlich in warmen, oberflächennahen Gewässern zu finden sind und nur wenige Grad Celsius an Temperaturschwankungen tolerieren. *Lophelia pertusa* wächst im natürlichen Lebensraum bei -1,8 °C und bis +14,9 °C. Bei Vorhandensein niedriger Wassertemperaturen und ausreichender Nahrung findet man die Korallen auch im flachen Wasser zum Beispiel der norwegischen Fjorde.

Eine Bedrohung für die Kaltwasserkorallen ist unter anderem die Ansäuerung des Meerwassers, gemessen mittels des pH-Wertes. Die Ansäuerung beruht auf der Bildung von Kohlensäure, die durch die steigende Aufnahme von Kohlenstoffdioxid im Meerwasser entsteht. Reines Wasser ist neutral und hat einen pH-Wert von 7. Der pH-Wert von Meerwasser ist leicht alkalisch und liegt zwischen 7,5 und 8,4. Möglicherweise könnten zukünftig Werte erreicht werden, die die Kalkbildung nicht nur behindern oder verhindern, sondern im sauren Bereich bei pH-Werten unter 7 eventuell zur Lösung der Kalkstrukturen führen.

Um mehr über die Zukunft der Korallen zu erfahren, wurden *Lophelia pertusa* sechs Monate lang in den Laboren des GEOMAR-Zentrums für Ozeanforschung in Kiel gehalten. Die Wassertemperatur in einigen Aquarien blieb wie im norwegischen Riff bei 8 °C, in anderen wurde sie auf 12 °C erhöht. Die Kohlenstoffdioxid-Konzentration wurde entweder bei aktuellen Werten gehalten (pH-Wert von ca. 7,9) oder auf den für das Ende dieses Jahrhunderts erwarteten Wert erhöht (pH-Wert von ca. 7,7). Als Futterquelle wurde ein Gemisch aus Algen und Salzwasserkrebsen in einem 1:1-Gemisch angeboten.

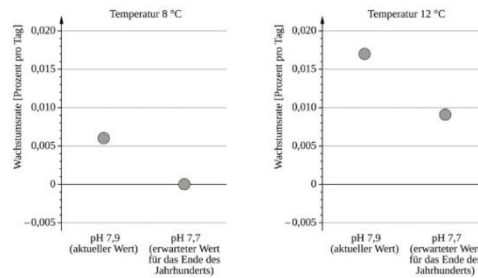


Abbildung 2 Mittelwerte der Wachstumsrate von *Lophelia pertusa* in Abhängigkeit verschiedener Einflussfaktoren

Unterlagen für die Lehrkraft

Abiturprüfung 2019

Biologie, Grundkurs

1. Aufgabenart

Bearbeitung einer Aufgabe, die fachspezifisches Material enthält

2. Aufgabenstellung¹

Thema: Ökologie der Kaltwasserkorallen

1. Ermitteln Sie zu den in Material A genannten Organismen die jeweiligen Trophieebenen und stellen Sie kurz die besondere Bedeutung der Art *Lophelia pertusa* für das Ökosystem dar (Material A). (8 Punkte)
2. Analysieren Sie die interspezifischen Beziehungen zwischen *Lophelia pertusa* und *Eunice norvegica* anhand des Informationstextes (Material B). Fassen Sie die in Abbildung 1 gezeigten Versuchsergebnisse zusammen und werten Sie diese in Bezug auf die interspezifischen Beziehungen aus (Material B). Entwickeln Sie eine Hypothese für die veränderte Nahrungsaufnahme bei Zusammenhaltung (Material B). (21 Punkte)
3. Skizzieren Sie eine schematische Toleranzkurve für den abiotischen Faktor Temperatur und erläutern Sie die Temperaturtoleranz bei *Lophelia pertusa* im Vergleich zu Warmwasserkorallen im natürlichen Lebensraum (Material C). Vergleichen Sie die Mittelwerte der Versuchsergebnisse bei 8 °C und 12 °C in Abbildung 2 und diskutieren Sie diese vor dem Hintergrund des erwarteten Anstieges der Temperatur und der Kohlenstoffdioxidkonzentration der Meere (Material C). (25 Punkte)

3. Materialgrundlage

- Material B
Abbildung 1 verändert nach: Mueller et al., 2013, Abb. 2, S. 5
- Material C
Abbildung 2 verändert nach: Büscher et al., 2017, Abb. 1, S. 6
- Büscher, J. V., Form, A. U. & Riebesell, U. (2017). Interactive Effects of Ocean Acidification and Warming on Growth, Fitness and Survival of the Cold-Water Coral *Lophelia pertusa* under Different Food Availabilities. *Frontiers in Marine Science*, 4. <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00101>

¹ Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

- Hall-Spencer, J. M. & Stehfest, K. M. (2009). *OSPAR Commission – Background Document for Lophelia pertusa reefs*. London, UK.
- Kaltwasserkorallen: Versauerung schadet, Wärme hilft. (2017, April 27). Abgerufen 18. Januar 2019, von <https://www.geomar.de/entdecken/artikel/article/kaltwasserkorallen-versauerung-schadet-waerme-hilft/>
- Maier, C., Schubert, A., Sánchez, M. M. B., Weinbauer, M. G., Watremez, P. & Gattuso, J.-P. (2013). End of the Century pCO₂ Levels Do Not Impact Calcification in Mediterranean Cold-Water Corals. *PLOS ONE*, 8(4), e62655. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0062655>
- Mueller, C. E., Lundälv, T., Middelburg, J. J. & Oevelen, D. van. (2013). The Symbiosis between *Lophelia pertusa* and *Eunice norvegica* Stimulates Coral Calcification and Worm Assimilation. *PLOS ONE*, 8(3), e58660. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0058660>
- Strömberg, S. M. & Östman, C. (2017). The cnidome and internal morphology of *Lophelia pertusa* (Linnaeus, 1758) (Cnidaria, Anthozoa). *Acta Zoologica*, 98(2), 191–213. <https://doi.org/10.1111/azo.12164>
- WWF Deutschland & TRAFFIC Europe-Germany. (2009, Dezember). Kaltwasserkorallen. Hintergrundinformation. Abgerufen von www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/WWF-Arten-Portraet-Kaltwasserkorallen.pdf

4. Bezüge zum Kernlehrplan und zu den Vorgaben 2019

Die Aufgaben weisen vielfältige Bezüge zu den Kompetenzerwartungen und Inhaltsfeldern des Kernlehrplans bzw. zu den in den Vorgaben ausgewiesenen Fokussierungen auf. Im Folgenden wird auf Bezüge von zentraler Bedeutung hingewiesen.

1. *Inhaltsfelder und inhaltliche Schwerpunkte*
 - Ökologie
 - Umweltfaktoren und ökologische Potenz
 - Dynamik von Populationen
 - Stoffkreislauf und Energiefluss
 - Mensch und Ökosysteme
2. *Medien/Materialien*
 - entfällt

5. Zugelassene Hilfsmittel

- GTR (Grafikfähiger Taschenrechner) oder CAS (Computer-Algebra-System)
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

6. Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen

Teilleistungen – Kriterien

a) inhaltliche Leistung

Teilaufgabe 1

Anforderungen		maximal erreichbare Punktzahl
Der Prüfling		
1	ermittelt zu den in Material A genannten Organismen die jeweiligen Trophieebenen, sinngemäß: <ul style="list-style-type: none"> Die Algen des Phytoplanktons sind Produzenten. Das Zooplankton bildet die Konsumenten erster Ordnung. Kaltwasserkorallen, Krebstiere und Muscheln sind Konsumenten erster Ordnung und zweiter Ordnung, da sie sich von Phytoplankton und Zooplankton ernähren. Rotbarsche sind Konsumenten zweiter und dritter Ordnung (ggf. Endkonsumenten im Ökosystem). 	4
2	stellt kurz die besondere Bedeutung der Art <i>Lophelia pertusa</i> für das Ökosystem dar (Material A), z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <i>Lophelia pertusa</i> ist als Steinkoralle eine riffbildende Art. <i>Lophelia pertusa</i> bildet vor allem mit dem abgestorbenen Kalkgerüst den Lebensraum in seiner strukturellen Vielfalt als Voraussetzung für die dortige Artenvielfalt. 	4
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 2

Anforderungen		maximal erreichbare Punktzahl
Der Prüfling		
1	analysiert die interspezifischen Beziehungen zwischen <i>Lophelia pertusa</i> und <i>Eunice norvegica</i> anhand des Informationstextes (Material B), z. B.: <ul style="list-style-type: none"> Die Individuen der beiden Arten stehen in enger, feststehender räumlicher Beziehung zueinander. Das Erbeuten von Futter durch <i>E. norvegica</i> von seiner Nachbarcoralle deutet auf Parasitismus hin. Das Reinigen und Schützen der Korallen deutet dagegen auf eine Symbiose hin. (Der Aspekt, dass das Verkalken der Wohnröhren durch <i>E. norvegica</i> für <i>L. pertusa</i> metabolische Kosten (Nachteil) bedeutet, jedoch das Riff insgesamt stabilisiert und somit indirekt auch <i>L. pertusa</i> selbst zugutekommt (Vorteil), stellt ggf. ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium dar.) 	6
2	fasst die in Abbildung 1 gezeigten Versuchsergebnisse zusammen, z. B.: Abbildung 1A: <ul style="list-style-type: none"> Im Vergleich zur Einzelhaltung von <i>E. norvegica</i> erfolgt bei Zusammenhaltung mit <i>L. pertusa</i> beinahe eine Vervielfachung der Kohlenstoffaufnahme pro Tag und Gramm Körpergewicht. Im Vergleich zur Einzelhaltung erfolgt auch bei <i>L. pertusa</i> bei Zusammenhaltung mit <i>E. norvegica</i> eine deutliche Erhöhung der Kohlenstoffaufnahme pro Tag und Gramm Körpergewicht. 	6

	Abbildung 1B: <ul style="list-style-type: none"> Die Differenzierung nach Nahrungsart zeigt, dass <i>E. norvegica</i> bei Zusammenhaltung ein Vielfaches mehr an Salzwasserkrebsen aufnimmt als in Einzelhaltung (von weniger als 50 µg/Tag auf knapp 300 µg/Tag), während die Aufnahme von Algen kaum beeinflusst wird. <i>L. pertusa</i> assimiliert bei Zusammenhaltung sowohl mehr Kohlenstoff aus Salzwasserkrebsen als auch aus Algen im Vergleich zur Einzelhaltung. (Die Angabe der genauen Daten wird für die Vergabe der vollen Punktzahl nicht erwartet.) 	
3	wertet diese in Bezug auf die interspezifischen Beziehungen aus (Material B), z. B.: <ul style="list-style-type: none"> Der Anstieg der Kohlenstoffaufnahme von <i>E. norvegica</i> bei Zusammenhaltung lässt sich mit dem beobachteten Erbeuten von Nahrung von <i>L. pertusa</i> erklären. Dagegen legt der Anstieg der Kohlenstoffaufnahme von <i>L. pertusa</i> bei Zusammenhaltung nahe, dass <i>L. pertusa</i> einen Vorteil durch das Zusammenleben mit <i>E. norvegica</i> hat. Die quantitativen Untersuchungen belegen, dass beide Arten vom Zusammenleben profitieren und in einer symbiotischen Beziehung zueinander stehen. 	6
4	entwickelt eine Hypothese für die veränderte Nahrungsaufnahme bei Zusammenhaltung (Materialien A und B), z. B.: <ul style="list-style-type: none"> Die Korallen können ihre Nahrung wie Phyto- und Zooplankton aktiv mithilfe ihrer Tentakel heranstrudeln und so anreichern. <i>E. norvegica</i> profitiert bei Zusammenhaltung von <i>L. pertusa</i>, da <i>E. norvegica</i> möglicherweise Salzwasserkrebse von <i>L. pertusa</i> vermehrt erbeutet. (Andere schlüssige Hypothesen können alternativ aufgeführt werden und sind entsprechend zu bewerten.) 	3
5	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 3

Anforderungen		maximal erreichbare Punktzahl
Der Prüfling		
1	skizziert eine schematische Toleranzkurve für den abiotischen Faktor Temperatur, sinngemäß: 	6
2	erläutert die Temperaturtoleranz bei <i>Lophelia pertusa</i> im Vergleich zu Warmwasserkorallen im natürlichen Lebensraum (Material C), z. B.:	6

	<ul style="list-style-type: none"> Da <i>L. pertusa</i> im natürlichen Lebensraum bei Temperaturen zwischen minus 1,8 und plus 14,9 °C wächst, liegen diese Wassertemperaturen im Toleranzbereich dieser Kaltwasserkoralle. <i>L. pertusa</i> ist daher in Bezug auf die Temperatur euryök (eurytherm). Wamwasserkorallen tolerieren hingegen nur Schwankungen von wenigen Grad Celsius sind daher stenök in Bezug auf die Temperatur (stenotherm). <p><i>(Konkrete Aussagen über das Temperaturoptimum, Pessimum und Präferendum für L. pertusa lassen sich dem Material nicht entnehmen.)</i></p>	
3	<p>vergleicht die Mittelwerte der Wachstumsraten bei 8 °C und 12 °C in Abbildung 2, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> Sinkt der pH-Wert, so sinkt auch die Wachstumsrate. Bei Versauerungs-Bedingungen und unveränderten Wassertemperaturen wachsen die Korallen langsamer. Steigt die Temperatur um 4 °C auf 12 °C an, so steigt die Wachstumsrate unter gleichen pH-Werten an. Zudem kann festgestellt werden: Bei einem pH-Wert von 7,9 verdreifacht sich die Wachstumsrate bei Temperaturanstieg um 4 °C auf 12 °C. Bei verringertem pH-Wert steigt die Wachstumsrate bei einer Temperaturerhöhung über das Niveau wie in kälterem Wasser bei höherem pH-Wert. 	6
4	<p>diskutiert diese vor dem Hintergrund des erwarteten Anstieges der Temperatur und der Kohlenstoffdioxidkonzentration der Meere bis zum Ende des Jahrhunderts (Material C), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> Wie die Ergebnisse des Versuches zeigen, würde <i>L. pertusa</i> von einem Anstieg der Wassertemperatur durch den Klimawandel auf 12 °C sogar profitieren. Bei erhöhten Temperaturen würden sich die Korallen trotz Versauerung etwa genauso schnell entwickeln wie unter heutigen CO₂-Konzentrationen und Wassertemperaturen. Auch wenn die Ansäuerung einen negativen Effekt auf das Wachstum von <i>L. pertusa</i> hat, würde der pH-Wert durch den erwarteten Kohlensäureanstieg im Meerwasser nicht in den sauren Bereich kommen und daher würde ein Lösen der Kalkgerüste der Korallenriffe nicht eintreffen. Im Experiment haben sich die prognostizierten Veränderungen der beiden abiotischen Faktoren Temperatur und CO₂-Konzentration/pH-Wert in ihrer Wirkung gegenseitig kompensiert. Ein gleichzeitiger Anstieg der Wassertemperaturen könnte <i>L. pertusa</i> helfen, den negativen Folgen der Ozeanversauerung entgegenzuwirken. Sofern die Ansäuerung jedoch stärker würde oder aber der Temperaturanstieg in den Pessimumbereich gerät, käme es zum Absterben der Korallen. <p><i>(Erläuterungen, inwiefern E. norvegica die steigenden Temperaturen und Ansäuerung verträgt und dadurch ggf. die symbiotische Beziehung zu L. pertusa nicht mehr möglich ist, stellen ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium dar.)</i></p>	7
5	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

b) Darstellungsleistung

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
Der Prüfling		
	<ul style="list-style-type: none"> führt seine Gedanken schlüssig, stringent und klar aus. strukturiert seine Darstellung sachgerecht. verwendet eine differenzierte und präzise Sprache. gestaltet seine Arbeit formal ansprechend. 	6

7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit

Name des Prüflings: _____ Kursbezeichnung: _____

Schule: _____

a) inhaltliche Leistung

Teilaufgabe 1

	Anforderungen	Lösungsqualität ²			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
Der Prüfling					
1	ermittelt ...	4			
2	stellt kurz dar ...	4			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
Summe 1. Teilaufgabe		8			

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
Der Prüfling					
1	analysiert ...	6			
2	fasst zusammen ...	6			
3	wertet aus ...	6			
4	entwickelt eine Hypothese ...	3			
5	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
Summe 2. Teilaufgabe		21			

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
Der Prüfling					
1	skizziert ...	6			
2	erläutert ...	6			

² EK = Erstkorrektur; ZK = Zweitkorrektur; DK = Drittkorrektur

Ministerium für Schule und Bildung NRW

BI GK HT 3 (GG)

Seite 7 von 7

3	vergleicht ...	6			
4	diskutiert ...	7			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
Summe 3. Teilaufgabe		25			

Summe der 1., 2. und 3. Teilaufgabe		54			
--	--	-----------	--	--	--

b) Darstellungsleistung

Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl	Lösungsqualität		
		EK	ZK	DK
Der Prüfling				
<ul style="list-style-type: none"> • führt seine Gedanken ... • strukturiert seine Darstellung ... • verwendet eine differenzierte ... • gestaltet seine Arbeit ... 	6			
Summe Darstellungsleistung	6			

Summe insgesamt (inhaltliche und Darstellungsleistung)		60			
---	--	-----------	--	--	--

Die Festlegung der Gesamtnote erfolgt auf dem Auswertungsbogen in GK HT 1.