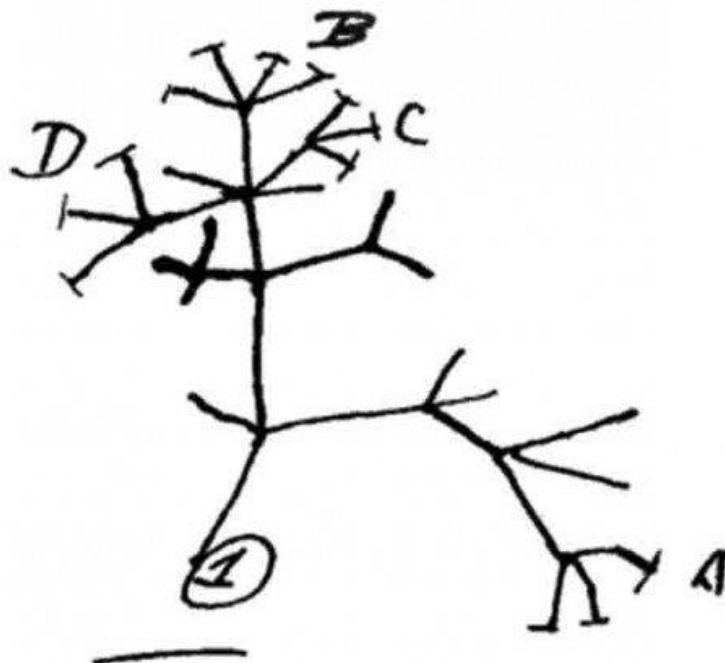


FACHSCHAFT BIOLOGIE SCHULINTERNES CURRICULUM

STAND 15.06.2023

AB WS 22/23 (EPH, QPH 3.-4. SEMESTER)

I think





Inhaltsverzeichnis

1.1. Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit	3
1.2. Leitgedanken der fachunterrichtlichen Arbeit	3
1.2.1. Heterogenität und Individualisierung	3
1.2.2. Digitale Medien	4
1.2.3. Wissenschaftspropädeutik	4
1.2.3. Nachhaltigkeit.....	5
1.2.4. Fächerverbindender Unterricht	5
1.2.5. Leistungsüberprüfung und -Rückmeldung	6
1.2.6. Evaluation und Weiterentwicklung des Unterrichts	6
2. Entscheidungen zum Unterricht.....	7
2.1. Hinweise zur Darstellung der Unterrichtsvorhaben.....	7
2.2. Entscheidungen zum Unterricht.....	8
3. Unterrichtsvorhaben im Pflichtunterricht der Einführungsphase (1. und 2. Semester).....	9
3.1. Pflichtunterricht: Einführungsphase, 1. Semester	9
3.2. Pflichtunterricht: Einführungsphase, 2. Semester	16
4. Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (3.-6. Semester) ... Fehler! Textmarke nicht definiert.	
4.1. Grundkurs und <i>Leistungskurs</i> – 3. Semester:	Fehler! Textmarke nicht definiert.
4.2. Grundkurs und Leistungskurs – 4. Semester	Fehler! Textmarke nicht definiert.
4.3. Grundkurs und Leistungskurs – 5. Semester:	Fehler! Textmarke nicht definiert.
4.4. Grundkurs und Leistungskurs – 5. und 6. Semester	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Anhang: Leistungskonzept Biologie.....	68



Vorbemerkungen zum schulinternen Curriculum Biologie

1.1. Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

Das Schulgebäude verfügt über **zwei Fachräume**. Darüber hinaus bietet der mit Gruppentischen, Beamer und einer Tafel ausgestattete **Sammlungsraum**, der sich zwischen den Fachräumen befindet, eine unkomplizierte und jederzeit verfügbare Möglichkeit zur binnendifferenzierenden und individualisierten Arbeit in kooperativen Lernformen. Für Rechercheaufgaben oder zur Vorbereitung von Präsentationen im Unterricht stehen Computer zur Verfügung, außerdem können im Unterricht auch direkt Koffer mit Klassensätzen von Tablet-PCs verwendet werden. Für unterrichtliche Zwecke können des Weiteren die internetgestützte Lernplattform „moodle“, sowie in naher Zukunft die Lernmanagementsysteme „Logineo NRW“ und „Microsoft 365“ genutzt werden. Eine Ausstattung mit digitalen Tafeln ist geplant.

In der Sammlung sind in ausreichender Anzahl regelmäßig gewartete Lichtmikroskope und Fertigpräparate zu verschiedenen Zell- und Gewebetypen vorhanden sowie eine typische **Ausstattung** für einfache Experimente. Zudem verfügt die Sammlung über viele Modelle zu verschiedenen Unterrichtsvorhaben, z.B. ein DNA-Modell. In der Sammlung sind außerdem Schädelmodelle verschiedener Frühmenschenformen und verschiedener Wirbeltiere vorhanden (s. hierzu auch 6. Sem., UV Evolution, Abschnitt Humanevolution). Die Fachkonferenz Biologie nutzt für Experimente bei Bedarf Chemikalien aus der Chemie-Sammlung. Die Fachschaft wird hierzu regelmäßig durch den/die Gefahrstoffbeauftragten unterwiesen.

Das Fach Biologie ist in der Einführungsphase in jeder Klasse mit einer Doppelstunde vertreten. In der Qualifikationsphase werden regelmäßig Grund- und Leistungskurse angeboten.

Die Unterrichtstaktung an der Schule folgt einem **45-Minuten-Raster**, wobei der Unterricht **grundsätzlich in Doppelstunden** organisiert ist. Dies ermöglicht ein unterrichtliches Vorgehen, das Raum für Binnendifferenzierung und individuelle Förderung lässt.

1.2. Leitgedanken der fachunterrichtlichen Arbeit

1.2.1. Heterogenität und Individualisierung

Nicht nur in der Einführungsphase ist auf die individuellen Lernvoraussetzungen der Studierenden, die am Köln-Kolleg typischerweise einen überaus heterogenen schulischen, beruflichen sowie kulturellen Werdegang aufweisen, Rücksicht zu nehmen. Der Unterricht muss einerseits der Heterogenität der Studierendenschaft und den daraus erwachsenen Bedarfen an Individualisierung und Differenzierung, andererseits aber auch den Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans und den einheitlichen Prüfungsanforderungen der zentralen Abschlussprüfung gerecht werden. Zudem ist auch die ausdrückliche und wiederholte Nachfrage der Studierenden nach Einheitlichkeit und Gemeinsamkeit in der Erarbeitung und Auswertung von Inhalten in ein ausgeglichenes Verhältnis zu Differenzierung und Individualisierung zu setzen.



Unterschiedliche Lernausgangslagen der Studierenden werden, sofern möglich, durch entsprechende Maßnahmen aufgegriffen. So können bei Bedarf z.B. für die Qualifikationsphase unmittelbar relevante fachliche Inhalte der Einführungsphase materialgestützt wiederholt werden. Auch Vorkenntnisse der Studierenden, die diese zum Beispiel aus ihren Berufen mitbringen, können gewinnbringend für den Unterricht genutzt werden, etwa in Form von Referaten oder der Unterrichtsform des „Lernens durch Lehren“.

Fachbegriffe sind ein integraler Bestandteil des naturwissenschaftlichen Unterrichts und unverzichtbar für den wissenschaftspropädeutischen Aspekt. Um einen **sprachsensiblen Fachunterricht** zu ermöglichen, bietet sich insbesondere in der Einführungsphase eine sorgfältige Erläuterung und Herleitung von Fachbegriffen an, genauso wie von typischen Prä- und Suffixen (z.B. hyper-/hypo-, intra-/extra-, -ase). In diesem Zusammenhang bietet sich zur Unterstützung der sprachlichen Kompetenz z.B. die Nutzung eines Glossars oder eines „Vokabelhefts“, oder die Erarbeitung von Formulierungshilfen an. In der Einführungsphase werden die Unterrichtsmaterialien möglichst sprachsensibel aufgearbeitet. Dies unterstützt zum Beispiel die Studierenden, die zuvor den Fit-in-Deutsch-Kurs besuchten. Um ihre besondere Situation zu berücksichtigen, sollten Lehrbuchtexte und Aufgabenstellungen hinsichtlich ihrer sprachlichen Zugänglichkeit geprüft und ggf. mit binnendifferenzierten Hilfen angepasst bzw. annotiert werden. Dies darf jedoch nicht den fachlichen Anspruch beeinträchtigen.

1.2.2. Digitale Medien

Der Einsatz digitaler Medien, vor allem der Tablet-PCs, ermöglicht selbstständige Recherche und individualisiertes Lernen. Dies entspricht den curricularen Vorgaben, die entsprechende konkretisierte Kompetenzerwartungen enthalten, z.B. im zweiten Semester im Bereich des UV Enzymatik (Anwendungsmöglichkeiten von Enzymen in Industrie und Technik) oder im dritten Semester im UV Synökologie (biotische Umweltfaktoren). Insbesondere im Anfangsunterricht sollte der Einsatz digitaler Medien mit den Studierenden außerdem reflektiert werden. Dies bezieht sich sowohl auf die Bewertung von Quellen und ihrer Zuverlässigkeit (z.B. „Wikipedia“) als auch auf geeignete Strategien der Recherche. Zukünftig ist außerdem mit einem zunehmenden Angebot von Lernsoftware zu rechnen, die ein individualisiertes, dem eigenen Lerntempo und Kompetenzniveau angepasstes Arbeiten ermöglicht. Auch bei Einsatz dieser Medien soll die Verwendung und der Umgang mit entsprechender Software mit den Studierenden reflektiert werden.

Sollte ein Studierender aus gesundheitlichen oder sonstigen Gründen nicht am Präsenzunterricht teilnehmen können, sind einheitlich verabredete Unterstützungsmaßnahmen vorgesehen. So werden Arbeitsmaterialien, verwendete Internetquellen o.ä., soweit es die Grenzen des Urheberrechts erlauben, zeitnah auf das verwendete internetbasierte Lernmanagementsystem hochgeladen, sodass die Studierenden auch bei Abwesenheit Zugriff auf die Unterrichtsmedien haben. Dies ermöglicht des Weiteren, in besonderen Situationen, in denen der Unterricht für die gesamte Lerngruppe nicht in Präsenzform stattfinden kann, dass eine Beschulung aus der Distanz erfolgen kann.

1.2.3. Wissenschaftspropädeutik

Der Biologieunterricht soll **Interesse an naturwissenschaftlichen Fragestellungen wecken** und einen Ausblick auf naturwissenschaftliches Arbeiten an Hochschulen oder im Beruf vermitteln. Dabei werden fachlich und bioethisch fundierte Kenntnisse als Voraussetzung für



einen eigenen Standpunkt und für verantwortliches Handeln gefordert und gefördert. Hervorzuheben sind hierbei die Aspekte der Ehrfurcht vor dem Leben in seiner ganzen Diversität sowie allgemein ethische Grundsätze. Dies entspricht auch den Zielen des Köln-Kollegs als einer „Schule der Vielfalt“. Ethische Urteilsfähigkeit wird zum Beispiel im Rahmen des UV Humangenetik (z.B. Präimplantationsdiagnostik, 4. Semester) gefördert.

Aus dem wissenschaftspropädeutischen Ansatz folgt eine **problem- und frageorientierte Ausrichtung** des Unterrichts. Am Ausgang der unterrichtlichen Erarbeitung steht hierbei eine nicht unmittelbar zu beantwortende naturwissenschaftliche Fragestellung oder ein kognitiver Konflikt. Aus diesem Grund sind sämtliche Unterrichtsvorhaben und auch die Untergliederungen frageorientiert organisiert. Dabei wird die Grundfrage des Unterrichtsvorhabens schrittweise durch Unterfragen weiter ausdifferenziert.

In einigen Unterrichtsvorhaben wird den Studierenden die Möglichkeit gegeben, selbstständig **Experimente** durchzuführen. Dies bietet sich zum Beispiel im zweiten Semester im UV Enzymatik an, in dem einfache Studierendenversuche zu Einflussfaktoren auf die enzymatische Katalyse experimentell überprüft werden können. Forschend-entdeckendes Lernen wird außerdem im Rahmen von Exkursionen gefördert. So besuchen regelmäßig Biologie-Kurse des Köln-Kollegs das Neandertal-Museum in Mettmann, um im 5. oder 6. Semester die im Unterricht erworbenen Kenntnisse zur Menschwerdung (UV Humanevolution) zu vertiefen. Im Rahmen der Genetik (4. Semester, UV Gentechnik) können Studierende bei einem Besuch im Schülerlabor, z.B. von Bayer, gentechnische Methoden näher kennenlernen und praktisch erproben.

1.2.3. Nachhaltigkeit

Ein weiterer **Leitgedanke des Schulprofils ist die Nachhaltigkeit**. Dementsprechend nimmt die Schule an verschiedenen Energiesparprogrammen der Stadt teil, z.B. am Projekt „Einfach Klasse“, das die Studierenden zu konsequenter Mülltrennung und –Vermeidung anhält. Curricular ist dieses Ziel insbesondere im Themenfeld Ökologie verankert, zum Beispiel im Zusammenhang mit globalen Stoffkreisläufen und anthropogenen Einflüssen auf diese (vgl. hierzu 3. Sem., UV Mensch und Ökosysteme).

1.2.4. Fächerverbindender Unterricht

Der Fachbereich Biologie ermöglicht den Studierenden auch **fächerverbindende Lerngelegenheiten**. Derzeit beteiligt sich die Fachgruppe zum Beispiel am fächerübergreifenden Suchtpräventionsprojekt, für das ein eigenes Konzept (vgl. Schulprogramm) entwickelt wurde. In diesem Projekt werden unterschiedliche Perspektiven im Hinblick auf das Phänomen „Drogen und Sucht“ eingenommen. Bereits im ersten Semester wird im Fach Soziologie ein gesprächsorientierter Zugang zum Thema gefunden, dabei wird u.a. der „Suchtsack“ eingesetzt, um es den Studierenden zu erleichtern, sich für das Thema zu öffnen. Daran anschließend, im dritten Semester, gewährt das Fach Philosophie einen kulturphilosophischen Zugang, ausgehend von der Philosophie Epikurs. Der Fachbereich Biologie betrachtet schließlich im fünften Semester die neurobiologischen und medizinischen Aspekte (vgl. hierzu UV Molekulare und zellbiologische Grundlagen der Informationsverarbeitung und Wahrnehmung, 5. Sem). In diesem Zusammenhang begrüßen wir regelmäßig einen Suchtmediziner von Universität oder Universitätsklinik für einen Fachvortrag am Köln-Kolleg.



Zusammen mit dem Fach Soziologie wird der Biologieunterricht der Einführungsphase um ein pädagogisches Angebot der AIDS-Hilfe Köln erweitert, welches den Studierenden eine eingehende Beschäftigung mit diesem relevanten Thema erlaubt. Dadurch wird auch die Aufgabe der Gesundheitserziehung, die dem Biologieunterricht in besonderer Weise zukommt, altersadäquat gestärkt.

Ein weiteres fächerübergreifendes Lernziel ist die Schulung der Methodenkompetenz der Studierenden. In diesem Zusammenhang nimmt der Fachbereich Biologie an der Umsetzung des **Methodentrainingskonzepts** des Köln-Kollegs teil (s. Schulprogramm). Es ist verbindlich verabredet, die kooperative Lernform des **Gruppenpuzzles** im Anfangsunterricht des ersten Semesters mit den Studierenden einzuüben und zu reflektieren. Dies geschieht in der Regel innerhalb des Unterrichtsvorhabens zur Zellbiologie (vgl. 1. Sem., UV Kein Leben ohne Zelle I, Thema: Zellorganellen). Auch später kann die Methode vertieft werden, z.B. mit einem Gruppenpuzzle zu Synapsengiften im Rahmen des UV Neurobiologie (vgl. 5. Sem., UV Molekulare und zellbiologische Grundlagen der Informationsverarbeitung und Wahrnehmung).

1.2.5. Leistungsüberprüfung und -Rückmeldung

Auf die Formen der Leistungsüberprüfung und des Studierendenfeedbacks wird im fachinternen Leistungskonzept genauer eingegangen. Die Leistungsmessung geht stets mit der Rückmeldung an die Studierenden einher, verbunden mit individuellen Förderhinweisen. Dies geschieht durch regelmäßige mündliche Rückmeldungen zweimal im Semester, aber auch durch einen von der Fachschaft entwickelten Feedbackbogen, der allen korrigierten Klausuren beigelegt wird.

1.2.6. Evaluation und Weiterentwicklung des Unterrichts

Um die **Qualität des Unterrichts nachhaltig weiter zu entwickeln**, vereinbart die Fachkonferenz bei Bedarf neue unterrichtsbezogene Entwicklungsziele. Nach Veröffentlichung des **Kernlehrplans** und dessen **Priorisierungen** ab Sommersemester 2019 steht seine unterrichtliche Umsetzung im Fokus. Die Qualitätssicherung innerhalb der Fachgruppe wird auch durch regelmäßig stattfindende Vergleichsklausuren gewährleistet, sofern es die Rahmenbedingungen zulassen. Sowohl auf inhaltlicher als auch auf methodischer Ebene wird die Qualität des Unterrichts durch die Kooperation der Fachschaftsmitglieder gefördert. Dies betrifft insbesondere den kollegialen Austausch und die Reflexion zu didaktisch-methodischen Entscheidungen im Rahmen der Planung und Durchführung von Unterrichtsvorhaben. Es besteht, auch jenseits der Fachkonferenzsitzungen, ein reger fachlicher Austausch. Dies gilt insbesondere auch für den Austausch zwischen Fachlehrern, die im selben Semester eingesetzt sind. Durch kollegiale Hospitationen wird der kollegiumsinterne Austausch weiter gefördert.

Im Sommersemester 2021 wurde das im Köln-Kolleg vereinbarte Verfahren der Klausureinsichtnahme durch die Schulleitung in der Fachschaft Biologie erfolgreich durchgeführt. Dieses Verfahren umfasste den/die

- Austausch von Klausuren,
- Erstellung einer Musterklausur für EPH und QP mit EWH,
- Gemeinsame Korrektur jeweils einer Klausur aus EPH und EWH, anschließender Austausch zu Bewertungskriterien,



- Sichtung jeweils einer guten, mittleren und schlechten Klausur aller im SS 21 durchgeführten Klausuren im Fach Biologie durch die Schulleitung,
- Auswertung und Evaluation dieses Verfahrens.

Aus den Ergebnissen folgend legte die Fachgruppe Biologie gemeinsame Qualitätsstandards für die Aufgabenentwicklung und die Korrektur im Einvernehmen mit der Schulleitung fest.

2. Entscheidungen zum Unterricht

2.1. Hinweise zur Darstellung der 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**“ 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 Semesterstufen sowie den im Kernlehrplan genannten Kompetenzerwartungen, Inhaltsfeldern und inhaltlichen Schwerpunkten zu verschaffen. Um Klarheit für die Lehrkräfte herzustellen und 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. Sofern sich zeitliche Spielräume ergeben, sollten diese für inhaltliche Vertiefungen, besondere Studieninteressen, aktuelle Themen oder besondere Ereignisse (z.B. Kursfahrten) genutzt werden. Die Kompetenzerwartungen in Biologie sind vergleichsweise konkret formuliert und lassen relativ wenig Spielraum für eine Beteiligung der Studierenden an der thematischen Unterrichtsgestaltung. Bei der Wahl der Methodik ist es aber möglich, den Wünschen und Interessen der Studierenden nachzukommen. Dies kann beginnen bei der Wahl z.B. kooperativer Unterrichtsformen, geeigneter Medien zur Präsentation und Binnendifferenzierung und weiterführen zur gemeinsamen Planung von Exkursionen.

Während der Fachkonferenzbeschluss zum „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ zur Gewährleistung vergleichbarer Standards sowie zur Absicherung von Lerngruppen- und Lehrkraftwechseln für alle Mitglieder der Fachkonferenz Bindekraft entfalten soll, besitzt die **exemplarische Ausgestaltung „möglicher konkretisierter Unterrichtsvorhaben“** 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.

2.2. Entscheidungen zum Unterricht

Die entsprechende Umsetzung erfolgt auf zwei Ebenen: der Übersichts- und der Konkretisierungsebene.

Im „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ werden die für alle Lehrerinnen und Lehrer gemäß Fachkonferenzbeschluss die 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 Semesterstufen sowie den im Kernlehrplan genannten Kompetenzerwartungen, Inhaltsfeldern und inhaltlichen Schwerpunkten zu verschaffen. Um Klarheit für die Lehrkräfte herzustellen und 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. Sofern sich zeitliche Spielräume ergeben, sollten diese für inhaltliche Vertiefungen, besondere Studieninteressen, aktuelle Themen oder besondere Ereignisse (z.B. Kursfahrten) genutzt werden.

Im Kursunterricht der Qualifikationsphase ist aufgrund der Vielzahl der vorgesehenen Unterrichtsvorhaben eine zeitliche Synchronisation mit den Semesterenden nicht mehr möglich. Daher ist folgende Sequenzierung vorgesehen: Bei Beginn der Qualifikationsphase im Wintersemester erfolgt die Behandlung des Inhaltsfeldes Neurobiologie möglichst bis zu den Herbstferien. Daran schließt sich das Inhaltsfeld Ökologie an, welches möglichst 2-3 Wochen vor den Osterferien abgeschlossen werden sollte. Es folgt das Inhaltsfeld Stoffwechselfysiologie, welches wiederum bis zu den Sommerferien abgeschlossen werden soll. Im fünften und sechsten Semester wird das Inhaltsfeld Genetik und Evolution behandelt. Die Behandlung dieses Inhaltsfeldes sollte möglichst so abgeschlossen werden, dass im 6. Semester noch Zeit für Wiederholung und gezieltes Abiturtraining bleibt.

Bei einem Beginn der Qualifikationsphase im Sommersemester sind die Inhaltsfelder entsprechend zu verteilen.



3. Unterrichtsvorhaben im Pflichtunterricht der Einführungsphase (1. und 2. Semester)

3.1. Pflichtunterricht: Einführungsphase, 1. Semester

Inhaltsfeld: IF 1 Zellbiologie

- **Unterrichtsvorhaben Z1:** Aufbau und Funktion der Zelle
- **Unterrichtsvorhaben Z2:** Biomembranen

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Aufbau der Zelle
- Fachliche Verfahren: Mikroskopie
- Biochemie der Zelle
- Fachliche Verfahren: Untersuchung von osmotischen Vorgängen

Beiträge zu den Basiskonzepten:

Information und Kommunikation:

- Prinzip der Signaltransduktion an Zellmembranen

Steuerung und Regelung:

- Prinzip der Homöostase bei der Osmoregulation

Struktur und Funktion:

- Zellkompartimentierung,

Individuelle und evolutive Entwicklung:

- Zelldifferenzierung bei der Bildung von Geweben

Zeitbedarf:

ca. 14 Blöcke à 90 Minuten



UV Z1: Aufbau und Funktion der Zelle Inhaltsfeld 1: Zellbiologie Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	Fachschaftsinterne Absprachen <ul style="list-style-type: none"> • Lichtmikroskopie, Präparation und wissenschaftliche Zeichnungen werden praktisch durchgeführt
Inhaltliche Schwerpunkte: Aufbau der Zelle, Fachliche Verfahren: Mikroskopie Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: <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) 	Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: <ul style="list-style-type: none"> • Kompartimentierung der eukaryotischen Zelle Individuelle und evolutive Entwicklung: <ul style="list-style-type: none"> • Zelldifferenzierung bei der Bildung von Geweben

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i> inhaltliche Aspekte (gemäß KLP)	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Studierenden...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<i>Was ist Leben?</i> Kennzeichen des Lebendigen Domänen des Lebens <ul style="list-style-type: none"> • Zelle, Gewebe, Organ 	-	Basisinformationen zu den nebenstehenden Begriffen werden durch die Studierenden erarbeitet. Die Zelltheorie wird kurz als bedeutendes Konzept dargestellt. z. B. Kartenabfrage zu den Organisationsebenen in der Biologie: Molekül; Zelle; Gewebe; Organ; Individuum/Organismus; Population Informationsblatt/Lehrervortrag zur Zelltheorie



<p>Sequenzierung:</p> <p>Fragestellungen</p> <p>inhaltliche Aspekte (gemäß KLP)</p>	<p>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</p> <p>Die Studierenden...</p>	<p>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</p> <p>Verbindliche Absprachen im Fettdruck</p>
<p><i>Wie sind pro- und eukaryotische Zellen aufgebaut und wie unterscheiden sie sich?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mikroskopie • prokaryotische Zelle • eukaryotische Zelle <p>Wie ermöglicht das Zusammenwirken der einzelnen Zellbestandteile die Lebensvorgänge in einer Zelle?</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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). • erläutern theoriegeleitet den prokaryotischen Ursprung von Mitochondrien und Chloroplasten (E9, K7). • erklären Bau und Zusammenwirken der Zellbestandteile eukaryotischer Zellen und erläutern die Bedeutung der Kompartimentierung (S2, S5, K5, K10). 	<p>Mikroskopieren von Zwiebel- und Mundschleimhautzellen</p> <p>Materialien (u.a. Elektronenmikroskopische Bilder sowie 2D-Modelle zu tierischen, pflanzlichen und bakteriellen Zellen) zu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mitochondrien („Kraftwerke“ der Zelle) • Chloroplasten („Solar-Kraftwerke“) • Zellkern („Steuerzentrale“) • Ribosomen (Baustelle Proteinsynthese) <p>Gruppenpuzzle (z.B. bei „Zellorganellen“) als Methode im Rahmen des fächerübergreifenden Methodenprojekts „Lerntechniken“ (Kooperation mit der Arbeitsgruppe) ist verbindlich einzuführen im Laufe des ersten Semesters (Möglichkeit der Differenzierung durch Auswahlmöglichkeit gestuft schwieriger Texte)</p>



Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte (gemäß KLP)	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Studierenden...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Verbindliche Absprachen im Fettdruck
Wie unterscheiden sich Ein- und Vielzeller? <ul style="list-style-type: none"> • Vielzeller: Zelldifferenzierung und Arbeitsteilung • Mikroskopie 	<ul style="list-style-type: none"> • 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). 	

UV Z2: Biomembranen Inhaltsfeld 1: Zellbiologie Zeitbedarf: ca. 8 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	
Inhaltsfeld 1: Zellbiologie	
Inhaltliche Schwerpunkte: Biochemie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von osmotischen Vorgängen Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: <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) 	Beiträge zu den Basiskonzepten: Information und Kommunikation: <ul style="list-style-type: none"> • Prinzip der Signaltransduktion an Zellmembranen Steuerung und Regelung: Prinzip der Homöostase bei der Osmoregulation



Sequenzierung: Fragstellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Studierenden...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<p><i>Wie können Zellmembranen einerseits die Zelle nach außen abgrenzen und andererseits doch durchlässig für Stoffe sein?</i></p> <p><i>Wie hängen Strukturen und Eigenschaften der Moleküle des Lebens zusammen</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Stoffgruppen: Kohlenhydrate, Lipide, Proteine <p><i>Wie erfolgte die Aufklärung der Struktur von Biomembranen und welche Erkenntnisse führten zur Weiterentwicklung der jeweiligen Modelle?</i></p>	<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, E15–17).	<p>Wichtige wissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen sowie die Rolle von Modellen und dem technischen Fortschritt werden herausgestellt.</p> <p>z.B. Bau von geeigneten Modellen zur Illustration des Membranaufbaus mit Hilfe von z.B. Löffeln, Einwegpipetten, ...</p> <p>z.B. Lipide: Demonstrationsexperiment zum Verhalten von Öl in Wasser. Das Verhalten von Lipiden und Phospholipiden in Wasser wird mithilfe ihrer Strukturformeln und den Eigenschaften der funktionellen Gruppen erklärt.</p>
<p>Wie können Stoffe über die Membran ausgetauscht werden?</p> <ul style="list-style-type: none">• Biomembranen: Transport, Prinzip der Signaltransduktion, Zell-Zell-Erkennung• physiologische Anpassungen: Homöostase• Untersuchung von osmotischen Vorgängen	<ul style="list-style-type: none">• erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6).• erklären experimentelle Befunde zu Diffusion und Osmose mithilfe von Modellvorstellungen (E4, E8, E10–14).• erklären die Bedeutung der Homöostase des osmotischen Werts für zelluläre Funktionen und leiten mögliche Auswirkungen auf den Organismus ab (S4, S6, S7, K6, K10).	<p>Osmose: Schülerexperiment mit Rotkohl oder roten Zwiebeln</p> <p>Film: Biomoleküle (Lipide)</p> <p>Proteine:</p> <p>Die Funktionen der Proteine werden anhand von Medien erarbeitet und Aminosäuren als Bausteine und Aufbau der Aminosäuren mit Hilfe von Molekülmodellen veranschaulicht.</p> <p>Film: Biomoleküle (Proteine)</p>



Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i> inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Studierenden...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Verbindliche Absprachen im Fettdruck
		<p>Informationsblatt Proteine</p> <p>Fächerverbindendes Unterrichtsvorhaben: Um den Biologie-Unterricht zeitlich zu entlasten und inhaltlich zu unterstützen, können Referate zum Bau von Atomen (Bohr) sowie zu den Bindungstypen im Chemie-Unterricht erarbeitet und im Biologie-Unterricht gehalten werden. Dieses Vorhaben ist auch realisierbar im Rahmen der Behandlung von Aminosäuren/Proteinen im 1./2. Semester (insbesondere Bindungstypen, wg. Tertiärstruktur)</p> <p>Stud. können entsprechend der Informationstexte Modelle der Transportvorgänge erklären.</p> <p>z.B. Gruppenarbeit:</p> <p>Informationstext zu verschiedenen Transportvorgängen an realen Beispielen</p> <p>GIDA Ernährung und Verdauung</p> <p>Film: Telekolleg II: Wovon wir leben</p> <p>(alternativ CD-ROM Zellbiologie)</p>



Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Studierenden...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<p><i>Wie können extrazelluläre Botenstoffe, wie zum Beispiel Hormone, eine Reaktion in der Zelle auslösen?</i></p> <p><i>Welche Strukturen sind für die Zell-Zell-Erkennung in einem Organismus verantwortlich?</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Stoffgruppen: Kohlenhydrate, Lipide, Proteine	<ul style="list-style-type: none">• erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6).	<p><i>Kontext:</i> Signaltransduktion am Beispiel des Hormons Insulin [2]</p> <p><i>Kontext:</i> Organtransplantation</p>



3.2. Pflichtunterricht: Einführungsphase, 2. Semester

Inhaltsfeld: IF 1 Biologie der Zelle

- **Unterrichtsvorhaben Z4:** Energie, Stoffwechsel und Enzyme
- **Unterrichtsvorhaben Z3:** Mitose, Zellzyklus und Meiose

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Physiologie der Zelle
- Fachliche Verfahren: Untersuchung von Enzymaktivitäten
- Genetik der Zelle
- Fachliche Verfahren: Analyse von Familienstammbäumen

Beiträge zu den Basiskonzepten:

Stoff- und Energieumwandlung:

- Energetischer Zusammenhang zwischen auf- und abbauendem Stoffwechsel

Zeitbedarf:

ca. 15 Blöcke à 90 Minuten



<p>UV Z4: Energie, Stoffwechsel und Enzyme</p> <p>Inhaltsfeld 1: Zellbiologie</p> <p>Zeitbedarf: ca. 14 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Physiologie der Zelle • Fachliche Verfahren: Untersuchung von Enzymaktivitäten <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:</p> <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energetischer Zusammenhang zwischen auf- und abbauendem

<p>Sequenzierung:</p> <p><i>Fragestellungen</i></p> <p>inhaltliche Aspekte</p>	<p>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</p> <p>Die Studierenden...</p>	<p>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</p> <p>Verbindliche Absprachen im Fettdruck</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Anabolismus und Katabolismus • Energieumwandlung: Redoxreaktionen • Energieumwandlung: ATP-ADP-System 	<p>beschreiben die Bedeutung des ATP-ADP-Systems bei auf- und abbauenden Stoffwechselprozessen (S5, S6).</p>	
<p>Welche Eigenschaften haben Enzyme?</p> <p>Enzyme: Kinetik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biokatalysator • Aktivierungsenergie • Aktives Zentrum • Enzym-Substrat-Komplex • Substrat-Wirkungsspezifität 	<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>modellhaftes Schema einer enzymatischen Reaktion</p> <p>Schlüssel-Schloss-Prinzip</p> <p>exemplarisches Beispiel aus dem Stoffwechsel des Menschen</p> <p>(z.B. Methanolvergiftung, Amylase, Katalase ...)</p> <p>Verbindliche Durchführung eines Experimentes</p>



Sequenzierung: Fragstellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Studierenden...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Verbindliche Absprachen im Fettdruck
Welche Bedeutung haben Enzyme für den menschlichen Stoffwechsel		Einübung wissenschaftspropädeutischer Arbeitsweisen – Erstellung eines Versuchsprotokolls Sprachsensibler Unterricht z.B. Formulierungshilfen zur Beschreibung und Auswertung von Diagrammen, ikonografische Darstellungsformen von Versuchsanleitungen
Wie werden Enzyme in ihrer Aktivität beeinflusst? Untersuchung von Enzymaktivitäten RGT-Regel /Hitzedenaturierung pH-Wert Substratkonzentration	<ul style="list-style-type: none">• entwickeln Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von verschiedenen Faktoren und überprüfen diese mit experimentellen Daten (E2, E3, E6, E9, E11, E14).• beschreiben und interpretieren Diagramme zu enzymatischen Reaktionen (E9, K6, K8, K11).	Verbindliche Durchführung eines Studierenden-experimentes: Experimentelle Untersuchung eines abiotischen Faktors, z.B. Temperaturabhängigkeit Methodentraining- Beschreibung und Auswertung von Diagrammen zur Enzymaktivität Sprachsensibler Unterricht : Verwendung von Formulierungshilfen zur Hypothesenbildung (Verwendung des Konjunktives)
Wie wird die Aktivität der Enzyme in der Zelle reguliert? Enzyme: Regulation <ul style="list-style-type: none">• kompetitive Hemmung• allosterische Hemmung	<ul style="list-style-type: none">• erklären die Regulation der Enzym-aktivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9).	Simulation der Hemmtypen an geeigneten schematischen Modellen (z.B. Modellpuzzle aus Moosgummi mit stop-motion Film als I-Pad - Anwendung) Erarbeitung der Wirkung ausgewählter Medikamente



Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i> inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Studierenden...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Verbindliche Absprachen im Fettdruck
<ul style="list-style-type: none">• Substrat- und Endprodukthemmung		<p>(<u>Möglichkeit zur Binnendifferenzierung</u>)</p> <p>Lerntandem zur kompetitiven und allosterischen Hemmung</p> <p>Möglichkeiten zur Förderung des sprachsensiblen Unterrichts:</p> <ul style="list-style-type: none">• Wiederholung mit Hilfe einer Strukturlegetechnik• Erstellung eines Glossars mit allen Fachbegriffen der Enzymatik• Klausurvorbereitung mit Lernkarten zur Stärkung der Formulierungskompetenz• Nutzung alternativer Literatur aus der Sek I oder Fachartikel (Präsenzbibliothek Biologie)



<p>UV Z3: Mitose, Zellzyklus und Meiose</p> <p>Inhaltsfeld 1: Zellbiologie</p> <p>Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 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>Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energetischer Zusammenhang zwischen auf- und abbauendem Stoffwechsel

<p>Sequenzierung:</p> <p><i>Fragestellungen</i></p> <p>inhaltliche Aspekte</p>	<p>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</p> <p>Die Studierenden...</p>	<p>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</p> <p>Verbindliche Absprachen im Fettdruck</p>
<p>Wie verläuft eine kontrollierte Vermehrung von Körperzellen?</p> <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><i>Kontext:</i></p> <p>Wachstum bei Vielzellern geschieht durch Zellvermehrung und Zellwachstum</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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



Sequenzierung: <i>Fragstellungen</i> inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Studierenden...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Verbindliche Absprachen im Fettdruck
		<p>Basiskonzepts Struktur und Funktion: Abhängigkeit der Chromatin-Struktur von der jeweiligen Funktion</p> <ul style="list-style-type: none">• 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 Kontrollpunkten des Zellzyklus. (Basiskonzept: Information und Kommunikation), Berücksichtigung des Basiskonzepts Steuerung und Regelung: Kontrolle des Zellzyklus <p>Informationstexte und Abbildungen,</p> <p>Filme/Animationen zu zentralen Aspekten:</p> <ol style="list-style-type: none">1. exakte Reproduktion2. Organ- bzw. Gewebewachstum und Erneuerung (Mitose) <p>Zellwachstum (Interphase)</p>



Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i> inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Studierenden...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Verbindliche Absprachen im Fettdruck
		Das Grundprinzip und der Ablauf der Mitose werden z.B. in einem Modell dargestellt Selbstlernprojekt (mallig eduvinet)
Wie kann unkontrolliertes Zellwachstum gehemmt werden und welche Risiken sind mit der Behandlung verbunden?	<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).	Definition des Krankheitsbildes Krebs und Bedeutung von Tumoren <ul style="list-style-type: none">• 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)
Welche Ziele verfolgt die Forschung mit embryonalen Stammzellen und wie wird diese Forschung ethisch bewertet <ul style="list-style-type: none">• Stammzellen• Omni- und Pluripotenz	<ul style="list-style-type: none">• diskutieren kontroverse Positionen zum Einsatz von embryonalen Stammzellen (K1-4, B1–6, B10–12).	<i>Kontext:</i> Unheilbare Krankheiten künftig heilen? Hinweis: Der Fokus liegt hier nicht auf der detaillierten Kenntnis von Stammzelltypen, sondern auf der Frage, welche Argumente für und gegen die Nutzung von embryonalen Stammzellen für die Medizin möglich sind. Voraussetzung dafür ist im Wesentlichen das



Sequenzierung: Fragstellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Studierenden...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Verbindliche Absprachen im Fettdruck
		Wissen um die Pluripotenz der embryonalen Stammzellen. <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)
<p>Warum werden Keimzellen nicht mitotisch gebildet und wie unterscheiden sich Mitose und Meiose?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Meiose • Rekombination <p>Welche Fehler können bei der Meiose auftreten?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Karyogramm: Genommutationen, Chromosomenmutationen 	<p>---</p> <ul style="list-style-type: none"> • erläutern Ursachen und Auswirkungen von Chromosomen- und Genommutationen (S1, S4, S6, E11, K8, K14). 	<ul style="list-style-type: none"> • Erläuterung von Ursachen und Auswirkung der Genommutation <p>Definition der unterschiedlichen Formen von Chromosomenmutationen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vertiefende Betrachtung der Meiose • Erläuterung der Ursachen



Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i> inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Studierenden...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Verbindliche Absprachen im Fettdruck
		der Trisomie 21 <ul style="list-style-type: none">• 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)
<i>Inwiefern lassen sich Aussagen zur Vererbung genetischer Erkrankungen aus Familienstammbäumen ableiten?</i> <ul style="list-style-type: none">• Analyse von Familienstammbäumen	<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).	Familienberatung mithilfe der Analyse eines Familienstammbaums zu einem genetisch bedingtem Merkmal <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> <ul style="list-style-type: none">• 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



3.3. Kursunterricht im Grundkurs: Qualifikationsphase (3.-6.) Semester

Inhaltsfelder:

- **Neurobiologie**
 - Unterrichtsvorhaben 1: Informationsübertragung durch Nervenzellen
- **Ökologie**
 - Unterrichtsvorhaben 1: Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen
 - Unterrichtsvorhaben 2: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften
 - Unterrichtsvorhaben 3: Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und Einfluss des Menschen
- **Stoffwechselphysiologie**
 - Unterrichtsvorhaben 1 und 2: Energieumwandlung in lebenden Systemen und Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie (diese beiden Unterrichtsvorhaben werden zusammengefasst)
 - Unterrichtsvorhaben 3: Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen
- **Genetik und Evolution**
 - Unterrichtsvorhaben 1: Speicherung und Expression genetischer Information
 - Unterrichtsvorhaben 2: Humangenetik und Gentherapie
 - Unterrichtsvorhaben 3: Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie
 - Unterrichtsvorhaben 4: Stammbäume und Verwandtschaft



<p>UV GK-N1: Informationsübertragung durch Nervenzellen</p> <p>Inhaltsfeld 2: Neurobiologie</p> <p>Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	<p>Fachschaftsinterne Absprachen</p>
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Grundlagen der Informationsverarbeitung, Fachliche Verfahren: Potenzialmessungen</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) 	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Transmitter und Rezeptorprotein <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energiebedarf des neuronalen Systems <p>Information und Kommunikation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Codierung und Decodierung von Information an Synapsen <p>Steuerung und Regelung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Positive Rückkopplung bei der Entstehung von Aktionspotenzialen <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zelldifferenzierung am Beispiel der Myelinisierung von Axonen bei Wirbeltieren

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Bau und Funktionen von Nervenzellen: Ruhepotenzial 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12). • entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Aufrechterhaltung und Beeinflussung des Ruhepotenzials (S4, E3). 	<p>Wie ermöglicht das Neuron die Erregungsaufnahme und Weiterleitung?</p> <p>(ca. 12 Ustd.)</p>	<p>Aufbau und Funktion des Neurons</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorstellung der strukturellen Merkmale einer Nervenzelle im Gegensatz zu den bisher bekannten Zelltypen (→ EF), hinsichtlich der Gliederung in Dendriten, Soma, Axon [1] <p><i>Kontext:</i></p> <p>Nervenzellen unter Spannung: Die Ionentheorie des Ruhepotenzials</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Wiederholung der Transportmechanismen an Membranen (→ EF) • Klärung der Bedeutung der Ladungsverteilung an der Axonmembran unter Berücksichtigung des chemischen und elektrischen Potenzials, z. B. am Beispiel Gemeiner Kalmar (<i>Loligo vulgaris</i>) • fakultativ: Auswertung eines Experiments zur

<ul style="list-style-type: none"> Inhaltliche Aspekte 	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung:</i> <i>Leitfragen</i>	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Bau und Funktionen von Nervenzellen: Aktionspotential Potenzialmessungen Bau und Funktionen von Nervenzellen: Erregungsleitung 	<ul style="list-style-type: none"> erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14). vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an (S6, E1–3). 		Beeinflussung des Ruhepotenzials (z. B. USSING-Kammer: [2]) <i>Kontext:</i> Neuronen in Aktion: Schnelle und zielgerichtete Informationsweiterleitung <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> <ul style="list-style-type: none"> ggf. Einstieg: Reaktionstest mit Lineal [3] oder Ball etc. Erläuterung der Veränderungen der Ionenverteilung an der Membran beim Wechsel vom Ruhe- zum Aktionspotential, Phasen des Aktionspotenzials, korrekte Verwendung der Fachsprache Beschreibung einer Versuchsanordnung zur Untersuchung von Potenzialänderungen an Neuronen begründete Zuordnung von molekularen Vorgängen an der Axonmembran zu den passenden Kurven-Diagrammen (Potenzialmessung) [4, 5] Auswertung eines Experiments zur Erforschung oder Beeinflussung des Aktionspotenzials, z. B. durch Blockade der spannungsgesteuerten Ionenkanäle ggf. Vertiefung der Kenntnisse zur Informationsweiterleitung durch Bearbeitung der IQB-Aufgabe Schmerzen [6] <ul style="list-style-type: none"> Erarbeitung der zwei grundsätzlichen Möglichkeiten einer Steigerung der Weiterleitungsgeschwindigkeit, z. B. anhand einer Datentabelle: Erhöhung des Axondurchmessers (Bsp. <i>Loligo vulgaris</i>) oder Myelinisierung Fakultativ: Möglichkeit der Vertiefung am Thema Schmerz [7], [8]
<ul style="list-style-type: none"> Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse Stoffeinwirkung an Synapsen 	<ul style="list-style-type: none"> erklären die Erregungsübertragung an einer Synapse und erläutern die Auswirkungen exogener Substanzen (S1, S6, E12, K9, B1, B6). erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14). nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9). 	Wie erfolgt die Informationsweitergabe zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese beeinflusst werden? (ca. 8 Ustd.)	<i>Kontext:</i> Funktionsweise von Synapsen und deren Beeinflussung (z. B. durch Botox) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> <ul style="list-style-type: none"> Modellhafte Darstellung der Funktionsweise einer chemischen Synapse und Überführung in eine andere Darstellungsform, z. B. Erklärfilm oder Fließschema [9] Zuordnung des möglichen Wirkortes verschiedener exogener Stoffe an der Synapse, etwa am Beispiel der Conotoxine [10]; Ergänzung des Erklärfilms oder Fließschemas <i>Kontext:</i> Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i>



Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
			<ul style="list-style-type: none"> Vorstellung der Wirkungsweise des Cannabinoids THC Hinweis: Da die konkretisierte Kompetenzerwartung dem Kompetenzbereich Bewertung zugeordnet ist, soll auf eine detaillierte Darstellung der molekularen Wirkungsweise von Cannabis verzichtet werden. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellungnahme. Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können [11, 12, 13] Hinweis: Neben den übergeordneten Kompetenzerwartungen B5–9 bietet es sich hier an, [14], ggf. weitere Bewertungskompetenzen in den Blick zu nehmen.

Weiterführende Materialien:

N r.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8273	Arbeitsmaterial „Bau und Funktion von Neuronen“
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8268	Arbeitsmaterial „Ruhepotenzial - Theoretische Modellexperimente (Ussing-Kammer)“
3	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6081	Zusatzmaterial „Experiment Reaktionstest“
4	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366	Arbeitsmaterial „Entstehung eines Aktionspotenzials“
5	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6082	Zusatzmaterial „Aktionspotenzial“
6	https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getTaskFile?id=p10^Schmerzgn^f20767	IQB-Aufgabe „Schmerz“: grundlegendes Niveau (M1 und M3)
7	https://www.dasgehirn.info/krankheiten/schmerz/wie-schmerz-ins-gehirn-gelangt	Informationen zur Schmerz Wahrnehmung
8	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366	Arbeitsmaterial zur Erregungsweiterleitung
9	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5369	Arbeitsmaterial zur Funktionsweise einer chemischen Synapse
10	https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getTaskFile?id=p01^giftcocktailmeeresschnecke^f21794	IQB-Aufgabe „Giftcocktail von Meeresschnecken“
11	https://www.ndr.de/ratgeber/gesundheit/Cannabis-Wirksames-Medikament-bei-chronischen-Schmerzen,cannabis212.html	Informationen und kurzer Film zu Cannabis in der Schmerztherapie
12	https://www.kssg.ch/schmerzzentrum/fuer-patienten-besucher/faq-cannabis-der-schmerztherapie	FAQ des Kantonsspitals St. Gallen zur Schmerztherapie mit Cannabis



N r.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1 3	https://www.bfarm.de/SharedDocs/Downloads/DE/Bundesopiumstelle/Cannabis/Vortrag_Cannabis_Begleiterhebung.pdf?__blob=publicationFile	Hintergrundinformationen zu Cannabis als Medizin aus der Begleiterhebung zum Gesetz von 2017
1 4	https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getPoolFile?id=p01^pf21740	Erläuterungen des IQB zum Kompetenzbereich Bewertung

UV GK-Ö1: Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten		Fachschaftsinterne Absprachen <ul style="list-style-type: none"> • Exkursion zu einer schulnahen Wiese 	
Inhaltliche Schwerpunkte: Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Fachliches Verfahren: Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal		Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: <ul style="list-style-type: none"> • Kompartimentierung in Ökosystemebenen Steuerung und Regelung: <ul style="list-style-type: none"> • Positive und negative Rückkopplung ermöglichen Toleranz Individuelle und evolutive Entwicklung: <ul style="list-style-type: none"> • Angepasstheit an abiotische und biotische Faktoren 	
Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E) • Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) • Informationen aufbereiten (K) 			
• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren. • Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem (S5–7, K8). • untersuchen auf der Grundlage von Daten die physiologische und ökologische Potenz von Lebewesen (S7, E1-3, E9, E13). 	<p>Welche Forschungsgebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Ökologie? (ca. 3 Ustd.)</p> <p>Inwiefern bedingen abiotische Faktoren die Verbreitung von Lebewesen? (ca. 5 Ustd.)</p>	<p><i>Möglicher Kontext:</i> Modellökosysteme, z.B. Flaschengarten <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung des Vorwissens zu zentralen Begriffen der Ökologie • Darstellung des Wirkungsgefüges von Umweltfaktoren, Lebensvorgängen und Wechselbeziehungen von Lebewesen im gewählten Modellökosystem mit Hilfe einer Concept Map • Präsentation zentraler Fragestellungen und Forschungsgebiete der Ökologie, die bei der Untersuchung des Zusammenwirkens von abiotischen und biotischen Faktoren im Verlauf der Unterrichtsvorhaben zur Ökologie eine Rolle spielen (Advance Organizer) <p><i>Möglicher Kontext:</i> Eine Frage der Perspektive – Für Wüstenspringmäuse ist die Wüste kein extremer Lebensraum <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Herstellung eines Zusammenhangs zwischen einer langfristigen standortspezifischen Verfügbarkeit / Intensität eines Umweltfaktors und den entsprechenden Angepasstheiten bei Tieren z.B. am Beispiel des Umweltfaktors Wasser (ggf. Reaktivierung des Vorwissens zu morphologischen und physiologischen Angepasstheiten) • Interpretation von Toleranzkurven eurypotenter



<ul style="list-style-type: none"> Inhaltliche Aspekte 	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz, Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische Potenz Ökologische Nische 	<ul style="list-style-type: none"> analysieren die Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- und interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6–K8). erläutern die ökologische Nische als Wirkungsgefüge (S4, S7, E17, K7, K8). 	<p>Welche Auswirkungen hat die Konkurrenz um Ressourcen an realen Standorten auf die Verbreitung von Arten? (ca. 5 Ustd.)</p>	<p>und stenopotenter Lebewesen.</p> <ul style="list-style-type: none"> Erklärung der unterschiedlichen physiologischen Temperaturtoleranz ausgewählter Lebewesen unter Berücksichtigung des Basiskonzepts Steuerung und Regelung Erweiterung des Konzepts der physiologischen Toleranz durch die Analyse von Daten aus Mehrfaktorenexperimenten, kritische Betrachtung der Übertragbarkeit der in Laborversuchen gewonnenen Daten auf die Situation im Freiland (E13) <p><i>Kontext:</i> Vergleich der Standortbedingungen für ausgewählte Arten in Mono- und Mischkultur <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Erläuterung des Konkurrenzbegriffs am Beispiel der intra- und der interspezifischen Konkurrenz, z. B. von Baumarten oder Gräsern in Mono- und Mischkultur (S7) Erklärung der ökologischen Potenz mit dem Zusammenwirken von physiologischer Toleranz und der Konkurrenzstärke um Ressourcen (E9, K6–8) Erläuterung des Konzepts der „ökologischen Nische“ als Wirkungsgefüge aller biotischen und abiotischen Faktoren, die das Überleben der Art ermöglichen (vertiefende Erarbeitung der Merkmale interspezifischer Beziehungen → UV 2 Ökologie) Herausstellen der Mehrdimensionalität des Nischenmodells und der ultimativen Erklärung der Einnischung (K7, E17)
<ul style="list-style-type: none"> Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen, Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal 	<ul style="list-style-type: none"> bestimmen Arten in einem ausgewählten Areal und begründen ihr Vorkommen mit dort erfassten ökologischen Faktoren (E3, E4, E7–9, E15, K8). analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14). 	<p>Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden? (ca. 3 Ustd.) + Exkursion</p>	<p><i>Kontext:</i> Fettwiese oder Magerrasen? – Zeigerpflanzen geben Aufschluss über den Zustand von Ökosystemen <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Erfassung von Arten auf einer schulnahen Wiese unter Verwendung eines Bestimmungsschlüssels (ggf. digital) und Recherche der Zeigerwerte dominanter Arten, Aufstellen von Vermutungen zur Bodenbeschaffenheit (E3, E4, E7–9) [1] Sensibilisierung für den Zusammenhang von Korrelation und Kausalität (K8) und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses (E15) Internetrecherche zur ökologischen Problematik von intensiver Grünlandbewirtschaftung (Fettwiesen), Begründung von Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen von heimischen, artenreichen Magerwiesen (K11–14) [2,3]



Weiterführende Materialien:

N r.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.researchgate.net/publication/235710596_6_Zeigwerte_von_Pflanzen_in_MittelEuropa	Erläuterungen zu Zeigerwerten von Moosen und Flechten, Zeigerwerte zu Gefäßpflanzen sind hingegen in verschiedenen Quellen leicht zu recherchieren. (ggf. URL in Browserzeile kopieren)
2	https://www.oekolandbau.de/fileadmin/redaktion/dokumente/lehrer/Lehrmaterial/landwirtschaft/10_bsa_lw_gruenland_ua.pdf	Unterrichtsmaterial und Recherchetipps zu intensiv und extensiv genutztem Grünland (z.B. tabellarischer Vergleich auf S. 10)
3	http://eh-da-flaechen.de/index.php/eh-da-flaechen/was-sind-eh-da-flaechen	Informationen zu Ausgleichsflächen und Eh-da-Flächen-Projekten, die sich auch im direkten Umfeld der Schülerinnen und Schüler realisieren lassen.



<p>UV LK-Ö2: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften</p> <p>Inhaltsfeld 4: Ökologie</p> <p>Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K) • Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B) 	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kompartimentierung in Ökosystemebenen <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Angepasstheit an abiotische und biotische Faktoren

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Idealierte Populationsentwicklung: exponentielles und logistisches Wachstum • Fortpflanzungsstrategien: r- und K-Strategien 	<ul style="list-style-type: none"> • interpretieren grafische Darstellungen der Populationsdynamik unter idealisierten und realen Bedingungen auch unter Berücksichtigung von Fortpflanzungsstrategien (S5, E9, E10, E12, K9). 	<p>Welche grundlegenden Annahmen gibt es in der Ökologie über die Dynamik von Populationen? (ca. 6 Ustd.)</p>	<p><i>Möglicher Kontext:</i> Sukzession – wie verändern sich die Populationsdichte und -zusammensetzung an Altindustriestandorten? [1]</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyse der Bedingungen für exponentielles und logistisches Wachstum, Interpretation von grafischen Darstellungen unter idealisierten und realen Bedingungen (E9, E10) • Erläuterung von dichtebegrenzenden Faktoren • Erarbeitung der charakteristischen Merkmale von r- und K- Strategen und Analyse von grafischen Darstellungen der charakteristischen Populationsdynamik (K9), Bezug zur veränderten Biozönose in Sukzessionsstadien (z. B. überwiegend r-Strategen auf einer Industriebrache) • Kritische Reflexion der im Unterricht verwendeten vereinfachten Annahmen zur Populationsökologie (E12)
<ul style="list-style-type: none"> • Interspezifische Beziehungen: Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen 	<ul style="list-style-type: none"> • analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6-K8). 	<p>In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar? (ca. 6 Ustd.)</p>	<p><i>Möglicher Kontext:</i> Gut vernetzt – Wechselwirkungen in Biozönosen</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung der charakteristischen Merkmale von Konkurrenz (→ UV 1 Ökologie), Räuber-Beute-Beziehung (mit Bezug auf die L.-V.-Regeln), Parasitismus, Mutualismus und Symbiose an aussagekräftigen Beispielen. Ggf. Präsentationen zu Wechselwirkungen unter Berücksichtigung der Fachsprache und der



<ul style="list-style-type: none"> Inhaltliche Aspekte 	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität Hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt 	<ul style="list-style-type: none"> erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umwelnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10). analysieren Schwierigkeiten der Risikobewertung für hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt unter Berücksichtigung verschiedener Interessenslagen (E15, K10, K14, B1, B2, B5). 	<p>Wie können Aspekte der Nachhaltigkeit im Ökosystemmanagement verankert werden? (ca. 6 Ustd.)</p>	<p>Unterscheidung von funktionalen und kausalen Erklärungen (K6, K8)</p> <ul style="list-style-type: none"> Analyse der Angepasstheiten ausgewählter interagierender Arten auf morphologischer und physiologischer Ebene, z. B. bei Symbiose oder Parasitismus (K7) Analyse von Daten zu Wechselwirkungen und Bildung von Hypothesen zur vorliegenden Beziehungsform [2], Reflexion der Datenerfassung (z. B. Diskrepanz zwischen Labor- und Freilandbedingungen, Methodik) (E9) Interpretation grafischer Darstellungen von Räuber-Beute-Systemen und kritische Reflexion der Daten auch im Hinblick auf Bottom Up- oder Top Down-Kontrolle (E9) <p><i>Möglicher Kontext:</i> Pestizideinsatz in der Landwirtschaft <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Analyse eines Fallbeispiels zur biologischen und chemischen Schädlingsbekämpfung (z.B. mit Pestizideinsatz) unter Berücksichtigung der kurzfristigen und langfristigen Populationsentwicklung des Schädlings Erläuterung des Konflikts zwischen ökonomisch rentabler Umwelnutzung und Biodiversitätsschutz, z. B. anhand der intensiven Landwirtschaft und dem Einsatz von Pestiziden für den Pflanzenschutz Bewertung von Handlungsoptionen im Sinne eines nachhaltigen Ökosystemmanagements und Diskussion von Handlungsoptionen als Privatverbraucher (K14) [3] Fakultative angeleitete Recherche (z. B. auf den Seiten des Umweltbundesamtes [4]) zu den Auswirkungen hormonartig wirkender Pestizide auf Tiere und die Fruchtbarkeit des Menschen sowie der Anreicherung in Nahrungsketten (K10) Nennung der Schwierigkeiten, die bei der Risikobewertung hormonartig wirkender Substanzen in der Umwelt auftreten und Diskussion der damit verbundenen Problematik eines Verbotverfahrens (BfR Endokrine Disruptoren) (E15)

Weiterführende Materialien:



N r.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.researchgate.net/publication/323014486_Sukzessionsforschung_auf_Altindustriestandorten_-_Analyse_der_Monitoringergebnisse_im_Industriewaldprojekt	Umfassende Studienergebnisse mit aussagekräftigen Abbildungen und Datensätzen für den Unterricht. (ggf. URL in Browserzeile kopieren)
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6091	Abituraufgabe GK HT1 2021: Obst als Lebensraum Abituraufgabe GK HT3 2020: Interspezifische Beziehungen bei der Goldrute
3	https://www.leopoldina.org/uploads/tx_leopublication/2018_Diskussionspapier_Pflanzenschutzmittel.pdf	Diskussionspapier der Leopoldina mit umfangreichen Hintergrundinformationen
4	https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/umwelteinfluesse-auf-den-menschen/chemische-stoffe/umwelthormone#beeinflussung-des-hormonsystems	Informationsseite des Umweltbundesamtes zu Umwelthormonen
5	https://www.bfr.bund.de/de/a-z_index/endokrine_disruptoren_und_hormonaehnliche_substanzen-32448.html	Informationsseite des Bundesamts für Risikobewertung

<p>UV GK-Ö3: Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen</p> <p>Inhaltsfeld 4: Ökologie</p> <p>Zeitbedarf: ca. 9 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel, Fachliche Verfahren</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) • Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) • Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B) 	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kompartimentierung in Ökosystemebenen <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stoffkreisläufe in Ökosystemen



<p>• Inhaltliche Aspekte</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p>Sequenzierung: Leitfragen</p>	<p>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</p>
<p>• Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz</p>	<p>• analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5).</p>	<p>In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften offen durch Energiefluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbindung? (ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Möglicher Kontext:</i> Nahrungsbeziehungen und ökologischer Wirkungsgrad <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung der Kenntnisse zu Nahrungsnetzen und Trophieebenen anhand der Betrachtung eines komplexen Nahrungsnetzes, Fokussierung auf die Stabilität artenreicher Netze und Hypothesenbildung zur begrenzten Anzahl an Konsumentenordnungen (S4) • Erläuterung der Bedeutung der einzelnen Trophieebenen in Stoffkreisläufen • Interpretation der Unterschiede der Stoffspeicherung und des Stoffflusses in terrestrischen und aquatischen Systemen anhand von Biomassepyramiden und Produktionswertpyramiden (K5, E14) • Interpretation von grafischen Darstellungen zum Energiefluss in einem Ökosystem unter Berücksichtigung des ökologischen Wirkungsgrads der jeweiligen Trophieebene • ggf. Anwendung der erworbenen Kenntnisse am Beispiel des Flächen- und Energiebedarfs z.B. für die Fleischproduktion auf Grundlage von Untersuchungsbefunden (E14) [1]
<p>• Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf</p>	<p>• erläutern geografische, zeitliche und soziale Auswirkungen des anthropogen bedingten Treibhauseffektes und entwickeln Kriterien für die Bewertung von Maßnahmen (S3, E16, K14, B4, B7, B10, B12).</p>	<p>Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant? (ca. 2 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Kohlenstoffkreislauf und Klimaschutz <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Darstellung der Austauschwege im Kohlenstoffkreislauf zwischen den Sphären der Erde (Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre, Biosphäre) [2,3] • Unterscheidung von langfristigem und kurzfristigem Kohlenstoffkreislauf und Erläuterung der Umweltschädlichkeit von fossilen Energiequellen in Bezug auf die Erderwärmung (E14)
<p>• Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts</p>	<p>• erläutern geografische, zeitliche und soziale Auswirkungen des anthropogen bedingten Treibhauseffektes und entwickeln Kriterien für die Bewertung von Maßnahmen (S3, E16, K14, B4, B7, B10, B12).</p>	<p>Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden? (ca. 3 Ustd.)</p>	<p><i>Möglicher Kontext:</i> Aktuelle Debatte um den Einfluss des Menschen auf den Klimawandel <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Z.B. Angeleitete Recherche zu den geografischen, zeitlichen und sozialen Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffekts sowie zu den beschlossenen Maßnahmen [4] • Entwicklung von Kriterien für die Bewertung der Maßnahmen unter Berücksichtigung der Dimensionen für globale Entwicklung (Umwelt, Soziales, Wirtschaft) sowie Abschätzung der Wirksamkeit der Maßnahmen (B4, B7, K14, B12) • Erkennen der Grenzen der wissenschaftlichen Wissensproduktion und der Akzeptanz vorläufiger



<ul style="list-style-type: none"> Inhaltliche Aspekte 	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
			und hypothetischer Aussagen, die auf einer umfassenden Datenanalyse beruhen (E16)

Weiterführende Materialien:

N r.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://gdcp-ev.de/wp-content/tb2017/TB2017_186_Trauschke.pdf	frei zugänglicher Artikel von Matthias Trauschke zum Energieverständnis im Biologieunterricht am Beispiel ineffizienter Lebensmittelketten
2	https://www.max-wissen.de/max-hefte/geomax-22-kohlenstoffkreislauf/	Geomax Heft 22, Titel: „Das sechste Element – Wie Forschung nach Kohlenstoff fahndet“.
3	https://www.max-wissen.de/max-media/klima-der-kohlenstoffkreislauf-max-planck-cinema/	Informationsfilm zum Kohlenstoffkreislauf des Max-Planck-Instituts
4	https://www.bmu.de/themen/klimaschutz-anpassung/klimaanpassung/worum-geht-es	Informationen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz zu Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel.

<p>UV GK-S3: Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie</p> <p>Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie</p> <p>Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel, Fachliche Verfahren: Chromatografie</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> Biologische Sachverhalte betrachten (S) Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) Informationen aufbereiten (K) 	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> Zelldifferenzierung bei fotosynthetisch aktiven Zellen
--	---



Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren 	<ul style="list-style-type: none"> • analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11), 	<p>Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von Pflanzen abhängig? (ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Möglicher Kontext:</i> Solarenergie sichert unsere Ernährung – Pflanzen sind Selbstversorger und Primärproduzenten <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufstellung der Bruttogleichung der Fotosynthese und Beschreibung der Stärke- und Sauerstoffproduktion als ein Maß für die Fotosyntheseaktivität
<ul style="list-style-type: none"> • Funktionale Anpassungen: Blattaufbau 	<ul style="list-style-type: none"> • erklären funktionale Anpassungen an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4, S5, S6, E3, K6–8), 	<p>Welche Blattstrukturen sind für die Fotosynthese von Bedeutung? (ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Möglicher Kontext:</i> Stärkenachweis in panaschierten Blättern – Die Fotosynthese findet nur in grünen Pflanzenteilen statt <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung der Kenntnisse zum Aufbau eines Laubblatts, Erläuterung der morphologischen Strukturen, die für die Fotosyntheseaktivität von Landpflanzen bedeutend sind • Erläuterung von Struktur-Funktions-Zusammenhängen für unterschiedliche Gewebe im schematischen Blattquerschnitt, dabei Berücksichtigung der Versorgung fotosynthetisch aktiver Zellen mit Kohlenstoffdioxid, Wasser und Lichtenergie • Ggf. Mikroskopie eines Abziehpräparats der unteren Blattepidermis und Hypothesebildung zur Regulation des Gasaustausches und der Transpiration durch Schließzellen [3] oder Blattquerschnitt
<ul style="list-style-type: none"> • Energieumwandlung • Energieeffizienz • Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel • ATP-ADP-System • Stofftransport zwischen den Kompartimenten 	<ul style="list-style-type: none"> • vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11). 	<p>Wie wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in nutzbare Energie um? (ca. 6 Ustd)</p>	<p><i>Kontext:</i> Leben und Energie – Lebensvorgänge in Zellen können nur mit Energiezufuhr ablaufen. <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung des Vorwissens zur Energieumwandlung in lebenden Systemen (→EF), insbesondere: Zusammenhang von abbauendem und aufbauendem Stoffwechsel, energetische Kopplung von Reaktionen, Bedeutung der Moleküle NADH+H⁺ und ATP • Erarbeitung der Funktionsweise des Transmembranproteins ATP-Synthase in lebenden Systemen [1]



Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Chemiosmotische ATP-Bildung 			
<ul style="list-style-type: none"> • Funktionale Anpassungen: Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, Lichtsammelkomplex, Feinbau Chloroplast • Chromatografie 	<ul style="list-style-type: none"> • erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13), 	<p>Welche Funktionen haben Fotosynthesepigmente? (ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Der ENGELMANN-Versuch – Die Fotosyntheseleistung ist abhängig von der Wellenlänge des Lichts</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Auswertung des ENGELMANN-Versuchs und Erklärung des ungleichmäßigen Bakterienwachstums entlang der fädigen Alge [4] • Herstellen eines Zusammenhangs zwischen dem Absorptionsspektrum einer Rohchlorophylllösung und dem Wirkungsspektrum der Fotosynthese • Sachgemäße Durchführung der DC-Chromatografie und Identifikation der Pigmente [5] (E4) • Beschreibung des Aufbaus der Reaktionszentren in der Thylakoidmembran von Chloroplasten • Erläuterung der Funktionsweise von Lichtsammelkomplexen und ihrer Organisation zu Fotosystemen unter Verwendung von Modellen
<ul style="list-style-type: none"> • Chemiosmotische ATP-Bildung • Energetisches Modell der Lichtreaktionen • Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen, • Calvin-Zyklus: 	<ul style="list-style-type: none"> • vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11). • erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der Fotosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht 	<p>Wie erfolgt die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie? (ca. 12 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Chloroplasten als Lichtwandler – Wie erfolgt die Synthese von Glucose mit Hilfe von Sonnenlicht?</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung des EMERSON-Effekts anhand eines Diagramms zur Fotosyntheseleistung bei unterschiedlichen Wellenlängen, Identifizierung von Fragestellungen zur Funktionsweise der Fotosysteme (E2) • Entwicklung einer vereinfachten Darstellung der Lichtreaktion in einem energetischen Modell, welche den Energietransfer in den beiden Fotosystemen, die Fotolyse des Wassers, den Elektronentransport über Redoxsysteme mit Redoxpotenzialgefälle und die Bildung von NADPH+ H⁺ berücksichtigt



Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Fixierung, Reduktion, Regeneration • Tracer-Methode • Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel	(S2, S7, E2, K9), • werten durch die Anwendung von Tracermethoden erhaltene Befunde zum Ablauf mehrstufiger Reaktionswege aus (S2, E9, E10, E15).		(K11) [5] • Vergleich des membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in der Atmungskette und der Primärreaktion (E12) (→UV 2) • Erläuterung der Teilschritte des CALVIN-Zyklus, dabei Fokussierung auf die Kohlenstoffdioxidfixierung durch das Enzym Rubisco, das Recyclingprinzip von Energie- und Reduktionsäquivalenten sowie auf die Bedeutung zyklischer Prozesse • Erläuterung des Tracer- Experiments von CALVIN und BENSON zur Aufklärung der Synthesereaktion und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen der gewonnenen Erkenntnisse (E10, E15) • Darstellung des Zusammenwirkens von Chloroplasten und Mitochondrien in einer Pflanzenzelle für die Aufrechterhaltung der Lebensvorgänge in einer Pflanzenzelle (S7, E9)

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5002	Nachweis von Sauerstoff mit Indigocarmin und Natriumdithionit, Versuchsprotokoll und Lösungen
2	https://www.bio-logisch-nrw.de/aufgabenarchiv	Aufgabe 5 aus dem Jahr 2015 („Alles im grünen Bereich“) beschreibt das einfache und aussagekräftige experimentelle Design mit Efeuplättchen.
3	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5002	Mikroskopie von Spaltöffnungen: Anleitung und Lösung
4	https://www.chemie-schule.de/KnowHow/Engelmanscher_Bakterienversuch	Anschauliche Erklärung und Verlinkung zu einer kurzen Animation
5	https://medienportal.siemens-stiftung.org/de/chromatografie-von-chlorophyll-109310	Arbeitsmaterial mit Videolink, Differenzierungsmaterial und Lösungen zur Chromatografie von Blattfarbstoffen
6	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5002	Modell zur Lichtreaktion: Bauanleitung



<p>UV GK-S2: Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen</p> <p>Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie</p> <p>Zeitbedarf: ca. 11 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Informationen erschließen (K) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) 	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse zeitgleich in einer Zelle. <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen <p>Steuerung und Regelung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Negative Rückkopplung in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Feinbau Mitochondrium • Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäure-zyklus und Atmungskette • Redoxreaktionen 	<ul style="list-style-type: none"> • stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9). 	<p>Wie kann die Zelle durch den schrittweisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen? (ca. 6 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Keine Power ohne Nahrung – Bei heterotrophen Organismen ist die ATP-Synthese an die Oxidation von Nährstoffmolekülen gekoppelt [1]</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung des Vorwissens zum Feinbau von Mitochondrien • Beschreibung der Glykolyse als ersten Schritt des Glucoseabbaus, dabei Fokussierung auf die Entstehung von Energie- und Reduktionsäquivalenten sowie die Oxidation zu Pyruvat als Endprodukt der Glykolyse • Beschreibung des oxidativen Abbaus von Pyruvat zu Kohlenstoffdioxid in den Mitochondrien durch oxidative Decarboxylierung und die Prozesse im Tricarbonsäurezyklus, dabei Fokussierung auf die Reaktionen, in denen Reduktionsäquivalente und ATP gebildet werden • Aufstellung einer Gesamtbilanz <p>Hinweis: Strukturformeln der Zwischenprodukte müssen nicht reproduziert werden können.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Stoffwechselregulation auf Enzymebene 	<ul style="list-style-type: none"> • erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels (S7, E1–4, E11, E12). • nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels 	<p>Wie beeinflussen Nahrungsergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel? (ca. 5 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Mikronährstoffpräparate beim Sport – Lifestyle oder notwendige Ergänzung?</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung des Vorwissens zu enzymatischen Reaktionen und der Enzymregulation durch Aktivatoren und Inhibitoren unter Verwendung einfache, modellhafter Abbildungen (→EF) • Reaktivierung der Kenntnisse zu Cofaktoren am Beispiel von Mineralstoff- oder Vitaminpräparaten



• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	els unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1–4, B5, B7, B9).		als Nahrungsergänzungsmittel (NEM) [2, 3] <ul style="list-style-type: none">• angeleitete Recherche zu NEM beim Sport, hierbei besondere Fokussierung auf Quellenherkunft und Intention der Autoren (K4) [4]• Bewertungsprozess: Abwägung von Handlungsoptionen und kriteriengeleitete Meinungsbildung sowie Entscheidungsfindung (B9) [5]

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdaten/bank/material/view/6086	In dieser alternativen Unterrichtssequenz werden die gleichen inhaltlichen Schwerpunkte und konkretisierten Kompetenzerwartungen des KLP angesteuert, jedoch wird mit der Erarbeitung der Vorgänge in der Atmungskette in die Zellatmung eingestiegen.
2	http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/8/bc/vlu/biokatalyse_enzyme/cofaktoren.vlu/Page/vsc/de/ch/8/bc/biokatalyse/vitamine_coenzyme.vsc.ml.html	Tabellarische Übersicht der Vitamine, die als Coenzyme im Energiestoffwechsel relevant sind
3	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdaten/bank/material/view/6053	Sachinformationen zum Aufbau von Enzymen, Begriffsbestimmungen (Apoenzym, Cofaktor etc.)
4	https://www.klartext-nahrungsergaenzung.de https://www.klartext-nahrungsergaenzung.de/produkte/sport	Unabhängige und informative Seite der Verbraucherzentrale zu Nahrungsergänzungsmitteln, z.B. im Sport
5	https://www.verbraucherzentrale.de/ernaehrungskompetenzen-im-sport	Seminarbausteine der Verbraucherzentrale Sachsen. Modul 6 beinhaltet umfassende Informationen, eine PPT-Präsentation und Arbeitsblätter zum Thema Nahrungsergänzungsmittel im Sport

Das Inhaltsfeld

Genetik und Evolution



**(5.-6. Semester) wird
im Laufe des SJ 23/24
ergänzt.**



3.3. Kursunterricht im Leistungskurs: Qualifikationsphase (3.-6.) Semester

Inhaltsfelder:

- **Neurobiologie**
 - Unterrichtsvorhaben 1: Erregungsentstehung und Erregungsleitung an einem Neuron
 - Unterrichtsvorhaben 2: Informationsweitergabe über Zellgrenzen
- **Ökologie**
 - Unterrichtsvorhaben 1: Anpasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen
 - Unterrichtsvorhaben 2: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften
 - Unterrichtsvorhaben 3: Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und Einfluss des Menschen
- **Stoffwechselphysiologie**
 - Unterrichtsvorhaben 1 und 2: Energieumwandlung in lebenden Systemen und Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie (diese beiden Unterrichtsvorhaben werden zusammengefasst)
 - Unterrichtsvorhaben 3: Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen
- **Genetik und Evolution**
 - Unterrichtsvorhaben 1: Speicherung und Expression genetischer Information
 - Unterrichtsvorhaben 2: Humangenetik, Gentechnik und Gentherapie
 - Unterrichtsvorhaben 3: Regulation der Genexpression und Krebs
 - Unterrichtsvorhaben 4: Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie
 - Unterrichtsvorhaben 5: Stammbäume und Verwandtschaft
 - Unterrichtsvorhaben 6: Humanevolution und kulturelle Evolution



<p>UV LK-N1: Erregungsentstehung und Erregungsleitung an einem Neuron</p> <p>Inhaltsfeld 2: Neurobiologie</p> <p>Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	<p>Fachchaftsinterne Absprachen</p>
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Grundlagen der Informationsverarbeitung, Fachliche Verfahren: Potenzialmessungen, neurophysiologische Verfahren</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B) 	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Transmitter und Rezeptorprotein <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energiebedarf des neuronalen Systems <p>Steuerung und Regelung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Positive Rückkopplung bei der Entstehung von Aktionspotenzialen <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zelldifferenzierung am Beispiel der Myelinisierung von Axonen bei Wirbeltieren

<p>• Inhaltliche Aspekte</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p>Sequenzierung: Leitfragen</p>	<p>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Bau und Funktionen von Nervenzellen: Ruhepotenzial 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12). • entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Aufrechterhaltung und Beeinflussung des Ruhepotenzials (S4, E3). 	<p>Wie ermöglicht das Neuron die Erregungsaufnahme und Weiterleitung?</p> <p>(ca. 12 Ustd.)</p>	<p>Aufbau und Funktion des Neurons <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorstellung der strukturellen Merkmale einer Nervenzelle im Gegensatz zu den bisher bekannten Zelltypen (→ EF), hinsichtlich der Gliederung in Dendriten, Soma, Axon [1] <p><i>Kontext:</i> Nervenzellen unter Spannung: Die Iontentheorie des Ruhepotenzials <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Wiederholung der Transportmechanismen an Membranen (→ EF) • Klärung der Bedeutung der Ladungsverteilung an der Axonmembran unter Berücksichtigung des chemischen und elektrischen Potenzials, z. B. am Beispiel Gemeiner Kalmar (<i>Loligo vulgaris</i>) • Fakultativ: Auswertung eines Experiments zur Beeinflussung des Ruhepotenzials (z. B. USSING-Kammer: [2]) <p><i>Kontext:</i> Neuronen in Aktion: schnelle und zielgerichtete Informationsweiterleitung <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • ggf. Einstieg: Reaktionstest mit Lineal [3] oder Ball etc. • Erläuterung der Veränderungen der Ionenverteilung an der Membran beim Wechsel vom Ruhe- zum Aktionspotenzial,
<ul style="list-style-type: none"> • Bau und Funktionen von Nervenzellen: Aktionspotenzial • neurophysiologische Verfahren, 	<ul style="list-style-type: none"> • erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge und stellen die Anwendung eines zugehörigen 		



Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Potenzialmessungen Bau und Funktionen von Nervenzellen: Erregungsleitung 	<ul style="list-style-type: none"> neurophysiologischen Verfahrens dar (S3, E14). vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an (S6, E1–3). 		<ul style="list-style-type: none"> Phasen des Aktionspotenzials, korrekte Verwendung der Fachsprache Beschreibung einer Versuchsanordnung zur Untersuchung von Potenzialänderungen an Neuronen begründete Zuordnung von molekularen Vorgängen an der Axonmembran zu den passenden Kurven-Diagrammen (Potenzialmessung) [4, 5] Auswertung eines Experiments zur Erforschung oder Beeinflussung des Aktionspotenzials, z. B. durch Blockade der spannungsgesteuerten Ionenkanäle Patch-Clamp-Technik ggf. Vertiefung der Kenntnisse zur Informationsweiterleitung durch Bearbeitung der IQB-Aufgabe Schmerzen [6] Erarbeitung der zwei grundsätzlichen Möglichkeiten einer Steigerung der Weiterleitungsgeschwindigkeit, z. B. anhand einer Datentabelle: Erhöhung des Axondurchmessers (Bsp. <i>Loligo vulgaris</i>) oder Myelinisierung Fakultativ: Möglichkeit der Vertiefung am Thema Schmerz [7], [8]
<ul style="list-style-type: none"> Störungen des neuronalen Systems 	<ul style="list-style-type: none"> analysieren die Folgen einer neuronalen Störung aus individueller und gesellschaftlicher Perspektive (S3, K1–4, B2, B6). 	<p>Wie kann eine Störung des neuronalen Systems die Informationsweitergabe beeinflussen? (ca. 2 Ustd.)</p>	<p>Kontext: z.B. Multiple Sklerose als Beispiel für eine neurodegenerative Erkrankung <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Erarbeitung des Krankheitsbildes: Autoimmunerkrankung, bei der die Myelinscheiden im ZNS zerstört werden [9] Analyse der Folgen einer neurodegenerativen Erkrankung für Individuum und Gesellschaft (B2, B6) Materialien bei abi-online

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8273	Arbeitsmaterial „Bau und Funktion von Neuronen“
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8268	Arbeitsmaterial „Ruhepotenzial - Theoretische Modellexperimente (Ussing-Kammer)“
3	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6081	Zusatzmaterial „Experiment Reaktionstext“
4	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366	Arbeitsmaterial „Entstehung eines Aktionspotenzials“



Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
5	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6082	Zusatzmaterial „Aktionspotenzial“
6	https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getTaskFile?id=p10^SchmerzGN^f20767	IQB-Aufgabe „Schmerz“: grundlegendes Niveau (M1 und M3)
7	https://www.dasgehirn.info/krankheiten/schmerz/wie-schmerz-ins-gehirn-gelangt	Informationen zur Schmerzwahrnehmung
8	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366	Arbeitsmaterial zur Erregungsweiterleitung
9	https://www.dasgehirn.info/krankheiten/multiple-sklerose/multiple-sklerose	Informationsfilm zur Erarbeitung des Krankheitsbildes von MS

<p>UV LK-N2: Informationsweitergabe über Zellgrenzen</p> <p>Inhaltsfeld 2: Neurobiologie</p> <p>Zeitbedarf: ca. 14 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Grundlagen der Informationsverarbeitung, Neuronale Plastizität</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Informationen aufbereiten (K) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) 	<p>Fachschaftsinterne Absprachen</p> <p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Transmitter und Rezeptorprotein <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energiebedarf des neuronalen Systems <p>Information und Kommunikation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Codierung und Decodierung von Information an Synapsen
--	---

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse 	<ul style="list-style-type: none"> • erklären die Erregungsübertragung an einer Synapse und erläutern die Auswirkungen exogener Substanzen (S1, S6, E12, K9, B1, B6). • erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge und stellen die Anwendung eines 	<p>Wie erfolgt die Erregungsleitung vom Neuron zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese beeinflusst werden?</p> <p>(ca. 8 Ustd.)</p>	<p>Kontext:</p> <p>Funktionsweise von Synapsen und deren Beeinflussung (z. B. durch Botox)</p> <p>zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modellhafte Darstellung der Funktionsweise einer erregenden chemischen Synapse (z. B. cholinerge Synapse) [1]

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Verrechnung: Funktion einer hemmenden Synapse, räumliche und zeitliche Summation • Stoffeinwirkung an Synapsen 	<p>zugehörigen neurophysiologischen Verfahrens dar (S3, E14).</p> <ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Bedeutung der Verrechnung von Potenzialen für die Erregungsleitung (S2, K11). • nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9). 		<p>Summation und Verrechnung an der Synapse</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vergleich von erregender und hemmender Synapse sowie Verrechnung von EPSP und IPSP • Auswertung von Potenzialdarstellungen hinsichtlich der Verrechnung von Potenzialen [3,4] • ggf. Vertiefung, Übung, Referat zum Thema „Juckreiz und Kratzen“ [5] • ggf. Einsatz der Lernaufgabe „Giftcocktail von Meeresschnecken“ zur Vertiefung der Stoffeinwirkung an Synapsen [6] <p><i>Kontext:</i> Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorstellung der Wirkungsweise von Cannabis. Hinweis: Da die konkretisierte Kompetenzerwartung vorwiegend dem Kompetenzbereich Bewertung zugeordnet ist, soll auf eine detaillierte Darstellung der molekularen Wirkungsweise von Cannabis verzichtet werden. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellungnahme. • Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können [7, 8, 9] • Weiterer möglicher Kontext: Neuroenhancer
<ul style="list-style-type: none"> • Bau und Funktionen von Nervenzellen: primäre und sekundäre Sinneszelle, Rezeptorpotenzial 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern das Prinzip der Signaltransduktion bei primären und sekundären Sinneszellen (S2, K6, K10). 	<p>Wie werden Reize aufgenommen und zu Signalen umgewandelt? (ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> „Das riecht lecker!“ – Sinneszellen und ihre adäquaten Reize <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> Erarbeitung einer Form der Reizaufnahme (z.B. Gehör, Geschmack) und Verdeutlichung des Unterschieds primäre/sekundäre Sinneszellen</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Zelluläre Prozesse des Lernens 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die synaptische Plastizität auf der zellulären Ebene und leiten ihre Bedeutung für den Prozess des Lernens ab (S2, S6, E12, K1). 	<p>Wie kann Lernen auf neuronaler Ebene erklärt werden? (ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Lernen verändert das Gehirn <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Erarbeitung der synaptischen Plastizität auf zellulärer Ebene als aktivitätsabhängige Änderung der Stärke der synaptischen Übertragung (S6, E12, K1) [10] • Erläuterung der Modellvorstellung vom Lernen durch Plastizität des neuronalen Netzwerks (Bahnung) und Ableitung von Strategien für den eigenen Lernprozess: Strukturierung und Kontextualisierung, Wiederholung, Nutzung verschiedener Eingangskanäle (multisensorisch, v.a. Visualisierung), Belohnung [11] • ggf. Analyse der eigenen Einstellung zum

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
			Lernen bzw. zum Lerngegenstand, hier auch kritische Reflexion von geschlechterspezifischen Stereotypen möglich
<ul style="list-style-type: none"> Hormone: Hormonwirkung, Verschränkung hormoneller und neuronaler Steuerung 	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Verschränkung von hormoneller und neuronaler Steuerung am Beispiel der Stressreaktion (S2, S6). 	Wie wirken neuronales System und Hormonsystem bei der Stressreaktion zusammen? (ca. 2 Ustd.)	Kontext: Körperliche Reaktionen auf Schulstress <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> <ul style="list-style-type: none"> Erarbeitung der wesentlichen Merkmale des hormonellen Systems beim Menschen Vergleich der Unterschiede zwischen dem neuronalen und dem hormonellen System und Ableitung der Verschränkung beider Systeme [12]

Weiterführende Materialien:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5369	Arbeitsmaterial zur Funktionsweise einer chemischen Synapse
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6083	Zusatzmaterial „Modell zur neuronalen Verrechnung“
3	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5452	Arbeitsmaterial „Neuronale Informationsverarbeitung“
4	https://asset.klett.de/assets/3df4d75/Neuronale-Verschaltung.pdf	Arbeitsblatt zur neuronalen Verschaltung und Verrechnung
5	https://www.spektrum.de/frage/warum-hilft-kratzen-gegen-jucken/1288571	Informationen zur Wirkung von Schmerzreizen auf Juckreiz
6	https://www.iqb.hu-berlin.de/apps/taskpool/data/taskpools/getTaskFile?id=p01^giftcocktailmeeresschnecke^f21794	IQB-Aufgabe „Giftcocktail von Meeresschnecken“
7	https://www.ndr.de/ratgeber/gesundheit/Cannabis-Wirksames-Medikament-bei-chronischen-Schmerzen,cannabis212.html	Informationen und kurzer Film zu Cannabis in der Schmerztherapie
8	https://www.kssg.ch/schmerzzentrum/fuer-patienten-besucher/faq-cannabis-der-schmerztherapie	FAQ des Kantonsspitals St. Gallen zur Schmerztherapie mit Cannabis
9	https://www.bfarm.de/SharedDocs/Downloads/DE/Bundesopiumstelle/Cannabis/Vortrag_Cannabis_Begleiterhebung.pdf?__blob=publicationFile	Hintergrundinformationen zu Cannabis als Medizin aus der Begleiterhebung zum Gesetz von 2017
10	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5862	Unterrichtsreihe „Plastizität und Lernen“ (SINUS), hieraus einzelne Materialien
11	https://www.max-wissen.de/max-media/synaptische-plastizitaet-wie-synapsen-funken-max-planck-cinema/	Link zu einem Informationsvideo und weiterführende Materialhinweise
12	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6084	Zusatzmaterial „Hormon- und Nervensystem“



<p>UV LK-Ö1: Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen</p> <p>Inhaltsfeld 4: Ökologie</p> <p>Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>		<p>Fachschaftsinterne Absprachen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Exkursion zu einer schulnahen Wiese 	
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Fachliches Verfahren: Erfassung ökologischer Faktoren und quantitative und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E) • Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) • Informationen aufbereiten (K) 		<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kompartimentierung in Ökosystemebenen <p>Steuerung und Regelung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Positive und negative Rückkopplung ermöglichen Toleranz <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Angepasstheit an abiotische und biotische Faktoren 	
<p>• Inhaltliche Aspekte</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen</p> <p>Schülerinnen und Schüler...</p>	<p>Sequenzierung: Leitfragen</p>	<p>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren • Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem (S5-7, K8). • untersuchen auf der Grundlage von Daten die physiologische und ökologische Potenz von Lebewesen (S7, E1-3, E9, E13). 	<p>Welche Forschungsgebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Ökologie?</p> <p>(ca. 3 Ustd.)</p> <p>Inwiefern bedingen abiotische Faktoren die Verbreitung von Lebewesen?</p> <p>(ca. 8 Ustd.)</p>	<p>Möglicher Kontext:</p> <p>Modellökosysteme, z. B. Flaschengarten</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung des Vorwissens zu zentralen Begriffen der Ökologie • Darstellung des Wirkungsgefüges von Umweltfaktoren, Lebensvorgängen und Wechselbeziehungen von Lebewesen im gewählten Modellökosystem mit Hilfe einer Concept Map • Präsentation zentraler Fragestellungen und Forschungsgebiete der Ökologie, die bei der Untersuchung des Zusammenwirkens von abiotischen und biotischen Faktoren im Verlauf der Unterrichtsvorhaben zur Ökologie eine Rolle spielen (Advance Organizer) <p>Möglicher Kontext:</p> <p>Eine Frage der Perspektive – Für Wüstenspringmäuse ist die Wüste kein extremer Lebensraum.</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Herstellung eines Zusammenhangs zwischen einer langfristigen standortspezifischen Verfügbarkeit/ Intensität eines Umweltfaktors und den entsprechenden Angepasstheiten bei Tieren z.B. am Beispiel des Umweltfaktors Wasser (ggf. Reaktivierung des Vorwissens zu morphologischen und physiologischen



<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"> Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz, Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische Potenz Ökologische Nische 	<ul style="list-style-type: none"> analysieren die Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- und interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6–K8). erläutern die ökologische Nische als Wirkungsgefüge (S4, S7, E17, K7, K8). 	<p>Welche Auswirkungen hat die Konkurrenz um Ressourcen an realen Standorten auf die Verbreitung von Arten? (ca. 7 Ustd.)</p>	<p>Angepasstheiten.</p> <ul style="list-style-type: none"> Interpretation von Toleranzkurven eurypotenter und stenopotenter Lebewesen (E9) Erklärung der unterschiedlichen physiologischen Temperaturtoleranz ausgewählter Lebewesen. Berücksichtigung der unterschiedlichen Temperaturtoleranz für Überleben, Wachstum und Fortpflanzung Erweiterung des Konzepts der physiologischen Toleranz durch die Analyse von Daten aus Mehrfaktorenexperimenten, kritische Betrachtung der Übertragbarkeit der in Laborversuchen gewonnenen Daten auf die Situation im Freiland (E13) Beschreibung des Wirkungsgesetzes der Umweltfaktoren nach LIEBIG Reflexion der Methodik und Schlussfolgerung, dass die Auswirkungen veränderter Umweltbedingungen aufgrund des komplexen Zusammenwirkens vieler Faktoren nur schwer vorhersagbar sind (E13) <p><i>Möglicher Kontext:</i> Vergleich der Standortbedingungen für ausgewählte Arten in Mono- und Mischkultur <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Analyse von Langzeitdaten zur Abundanz verschiedener Arten in Mischkultur im Freiland und Vergleich der Standortfaktoren mit in Laborversuchen erhobenen Standortpräferenzen (E9, E17) Erläuterung des Konkurrenzbegriffs am Beispiel der intra- und der interspezifischen Konkurrenz (S7) Erklärung der ökologischen Potenz mit dem Zusammenwirken von physiologischer Toleranz und der Konkurrenzstärke um Ressourcen (K6–8) Erläuterung des Konzepts der „ökologischen Nische“ als Wirkungsgefüge aller abiotischen und biotischen Faktoren, die das Überleben der Art ermöglichen (vertiefende Erarbeitung der Merkmale interspezifischer Beziehungen → UV 2 Ökologie) Herausstellen der Mehrdimensionalität des Nischenmodells und ultimative Erklärung der Einnischung (K7,8)
<ul style="list-style-type: none"> Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen 	<ul style="list-style-type: none"> bestimmen Arten in einem ausgewählten Areal und begründen ihr Vorkommen mit dort erfassten ökologischen Faktoren (E3, E4, E7–9, E15, K8). analysieren die Folgen anthropogener 	<p>Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden? (ca. 4 Ustd.) + Exkursion</p>	<p><i>Möglicher Kontext:</i> Fettwiese oder Magerrasen? – Zeigerarten geben Aufschluss über den Zustand von Ökosystemen <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Möglichst eine Exkursion im Schulumfeld zur Bestimmung von Arten z.B. anhand einer Flechtenkartierung oder der Ermittlung von Zeigerpflanzen [1] (E4, E7–9) Sensibilisierung für den Zusammenhang von



• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
en, • Erfassung ökologischer Faktoren und quantitative und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal	Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14).		Korrelation und Kausalität (K8) und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses • Ableitung von Handlungsoptionen für das untersuchte Ökosystem (E15) • Z.B. Internetrecherche zur ökologischen Problematik von intensiver Grünlandbewirtschaftung (Fettwiesen) und Begründung von Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen von heimischen, artenreichen Magerwiesen durch extensive Grünlandbewirtschaftung (K11–14) [2,3]



Weiterführende Materialien:

N r.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.researchgate.net/publication/235710596_Zeigwerte_von_Pflanzen_in_MittelEuropa	Erläuterungen zu Zeigerwerten von Moosen und Flechten. Zeigerwerte zu Gefäßpflanzen sind hingegen in verschiedenen Quellen leicht zu recherchieren. (ggf. URL in Browserzeile kopieren)
2	https://www.oekolandbau.de/fileadmin/redaktion/dokumente/lehrer/Lehrmaterial/landwirtschaft/10_bsa_lw_gruenland_ua.pdf	Unterrichtsmaterial und Recherchetipps zu intensiv und extensiv genutztem Grünland (z.B. tabellarischer Vergleich auf S. 10)
3	http://eh-da-flaechen.de/index.php/eh-da-flaechen/was-sind-eh-da-flaechen	Informationen zu Ausgleichsflächen und Eh-da-Flächen-Projekten, die sich auch im direkten Umfeld der Schülerinnen und Schüler realisieren lassen.



<p>UV LK-Ö2: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften</p> <p>Inhaltsfeld 4: Ökologie</p> <p>Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K) • Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B) 	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kompartimentierung in Ökosystemebenen <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Angepasstheit an abiotische und biotische Faktoren

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Idealierte Populationsentwicklung: exponentielles und logistisches Wachstum • Fortpflanzungsstrategien: r- und K-Strategien 	<ul style="list-style-type: none"> • interpretieren grafische Darstellungen der Populationsdynamik unter idealisierten und realen Bedingungen auch unter Berücksichtigung von Fortpflanzungsstrategien (S5, E9, E10, E12, K9). 	<p>Welche grundlegenden Annahmen gibt es in der Ökologie über die Dynamik von Populationen? (ca. 6 Ustd.)</p>	<p><i>Möglicher Kontext:</i> Sukzession – wie verändern sich die Populationsdichte und -zusammensetzung an Altindustriestandorten? [1] <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyse der Bedingungen für exponentielles und logistisches Wachstum, Interpretation von grafischen Darstellungen unter idealisierten und realen Bedingungen (E9, E10) • Erläuterung von dichtebegrenzenden Faktoren • Erarbeitung der charakteristischen Merkmale von r- und K- Strategen und Analyse von grafischen Darstellungen der charakteristischen Populationsdynamik (K9), Bezug zur veränderten Biozönose in Sukzessionsstadien (z. B. überwiegend r-Strategen auf einer Industriebrache) • Kritische Reflexion der im Unterricht verwendeten vereinfachten Annahmen zur Populationsökologie (E12)
<ul style="list-style-type: none"> • Interspezifische Beziehungen: Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen 	<ul style="list-style-type: none"> • analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6-K8). 	<p>In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar? (ca. 6 Ustd.)</p>	<p><i>Möglicher Kontext:</i> Gut vernetzt – Wechselwirkungen in Biozönosen <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung der charakteristischen Merkmale von Konkurrenz (→ UV 1 Ökologie), Räuber-Beute-Beziehung (mit Bezug auf die L.-V.-Regeln), Parasitismus, Mutualismus und Symbiose an aussagekräftigen Beispielen. Ggf. Präsentationen zu Wechselwirkungen unter Berücksichtigung der Fachsprache und der



<ul style="list-style-type: none"> Inhaltliche Aspekte 	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität Hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt 	<ul style="list-style-type: none"> erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umwelnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10). analysieren Schwierigkeiten der Risikobewertung für hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt unter Berücksichtigung verschiedener Interessenslagen (E15, K10, K14, B1, B2, B5). 	<p>Wie können Aspekte der Nachhaltigkeit im Ökosystemmanagement verankert werden? (ca. 6 Ustd.)</p>	<p>Unterscheidung von funktionalen und kausalen Erklärungen (K6, K8)</p> <ul style="list-style-type: none"> Analyse der Angepasstheiten ausgewählter interagierender Arten auf morphologischer und physiologischer Ebene, z. B. bei Symbiose oder Parasitismus (K7) Analyse von Daten zu Wechselwirkungen und Bildung von Hypothesen zur vorliegenden Beziehungsform [2], Reflexion der Datenerfassung (z. B. Diskrepanz zwischen Labor- und Freilandbedingungen, Methodik) (E9) Interpretation grafischer Darstellungen von Räuber-Beute-Systemen und kritische Reflexion der Daten auch im Hinblick auf Bottom Up- oder Top Down-Kontrolle (E9) <p><i>Möglicher Kontext:</i> Pestizideinsatz in der Landwirtschaft <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Analyse eines Fallbeispiels zur biologischen und chemischen Schädlingsbekämpfung (z.B. mit Pestizideinsatz) unter Berücksichtigung der kurzfristigen und langfristigen Populationsentwicklung des Schädlings Erläuterung des Konflikts zwischen ökonomisch rentabler Umwelnutzung und Biodiversitätsschutz, z. B. anhand der intensiven Landwirtschaft und dem Einsatz von Pestiziden für den Pflanzenschutz Bewertung von Handlungsoptionen im Sinne eines nachhaltigen Ökosystemmanagements und Diskussion von Handlungsoptionen als Privatverbraucher (K14) [3] Fakultative angeleitete Recherche (z. B. auf den Seiten des Umweltbundesamtes [4]) zu den Auswirkungen hormonartig wirkender Pestizide auf Tiere und die Fruchtbarkeit des Menschen sowie der Anreicherung in Nahrungsketten (K10) Nennung der Schwierigkeiten, die bei der Risikobewertung hormonartig wirkender Substanzen in der Umwelt auftreten und Diskussion der damit verbundenen Problematik eines Verbotsverfahrens (BfR Endokrine Disruptoren) (E15)

Weiterführende Materialien:



N r.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.researchgate.net/publication/323014486_Sukzessionsforschung_auf_Altindustriestandorten_-_Analyse_der_Monitoringergebnisse_im_Industriewaldprojekt	Umfassende Studienergebnisse mit aussagekräftigen Abbildungen und Datensätzen für den Unterricht. (ggf. URL in Browserzeile kopieren)
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6091	Abituraufgabe GK HT1 2021: Obst als Lebensraum Abituraufgabe GK HT3 2020: Interspezifische Beziehungen bei der Goldrute
3	https://www.leopoldina.org/uploads/tx_leopublication/2018_Diskussionspapier_Pflanzenschutzmittel.pdf	Diskussionspapier der Leopoldina mit umfangreichen Hintergrundinformationen
4	https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/umwelteinfluesse-auf-den-menschen/chemische-stoffe/umwelthormone#beeinflussung-des-hormonsystems	Informationsseite des Umweltbundesamtes zu Umwelthormonen
5	https://www.bfr.bund.de/de/az_index/endokrine_disruptoren_und_hormonaehnliche_substanzen-32448.html	Informationsseite des Bundesamts für Risikobewertung

<p>UV LK-Ö3: Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen</p> <p>Inhaltsfeld 4: Ökologie</p> <p>Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) • Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) • Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B) 	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kompartimentierung in Ökosystemebenen <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stoffkreisläufe in Ökosystemen



<p>• Inhaltliche Aspekte</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p>Sequenzierung: Leitfragen</p>	<p>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</p>
<p>• Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz</p>	<p>• analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5).</p>	<p>In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften durch Energiefluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbindung? (ca. 5 Ustd.)</p>	<p><i>Möglicher Kontext:</i> Nahrungsbeziehungen und ökologischer Wirkungsgrad <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung der Kenntnisse zu Nahrungsnetzen und Trophieebenen anhand der Betrachtung eines komplexen Nahrungsnetzes, Fokussierung auf die Stabilität artenreicher Netze und Hypothesenbildung zur begrenzten Anzahl an Konsumentenordnungen (S4) • ggf. Analyse eines Fallbeispiels zur Entkopplung von Nahrungsketten durch die Erderwärmung [1] • Erläuterung der Bedeutung der einzelnen Trophieebenen in Stoffkreisläufen • Interpretation der Unterschiede der Speichervermögen und des Stoffflusses in terrestrischen und aquatischen Systemen anhand von Biomassepyramiden und Produktionswertpyramiden (K5, E14) • Interpretation von grafischen Darstellungen zum Energiefluss in einem Ökosystem unter Berücksichtigung des ökologischen Wirkungsgrads der jeweiligen Trophieebene • Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der modellhaften Darstellungen (E12) • Anwendung der erworbenen Kenntnisse am Beispiel des Flächen- und Energiebedarfs z.B. für die Fleischproduktion auf Grundlage von Untersuchungsbefunden (E14) [2]
<p>• Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf</p>		<p>Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant? (ca. 3 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Kohlenstoffkreislauf und Klimaschutz <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Darstellung der Austauschwege im Kohlenstoffkreislauf zwischen den Sphären der Erde (Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre, Biosphäre) und Identifikation von Kohlenstoffspeichern (K5) [3,4] • Unterscheidung von langfristigem und kurzfristigem Kohlenstoffkreislauf und Erläuterung der Umweltschädlichkeit von fossilen Energiequellen in Bezug auf die Erderwärmung (E14) [5] • Recherche zu Kippunkten (Tipping Points) des Klimawandels und Erläuterung eines Kippelements, z. B. Permafrostboden (K2) [6]
<p>• Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts • Ökologischer</p>	<p>• erläutern geografische, zeitliche und soziale Auswirkungen des anthropogen bedingten Treibhauseffektes und entwickeln Kriterien für die Bewertung von</p>	<p>Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel</p>	<p><i>Möglicher Kontext:</i> Aktuelle Debatte um den Einfluss des Menschen auf den Klimawandel <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifikation nicht wissenschaftlicher Aussagen im Vergleich zu wissenschaftlich fundierten



<p>• Inhaltliche Aspekte</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p>Sequenzierung: Leitfragen</p>	<p>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</p>
<p>Fußabdruck</p> <p>• Stickstoffkreislauf</p> <p>• Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, nachhaltige Nutzung</p>	<p>Maßnahmen (S3, E16, K14, B4, B7, B10, B12).</p> <ul style="list-style-type: none"> • beurteilen anhand des ökologischen Fußabdrucks den Verbrauch endlicher Ressourcen aus verschiedenen Perspektiven (K13, K14, B8, B10, B12). • analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14). • analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5). 	<p>abgemildert werden? (ca. 5 Ustd.)</p> <p>Wie können umfassende Kenntnisse über ökologische Zusammenhänge helfen, Lösungen für ein komplexes Umweltproblem zu entwickeln? (ca. 5 Ustd.)</p>	<p>Aussagen bezüglich des anthropogenen Einflusses auf den Treibhauseffekt (E16) [7]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fakultativ angeleitete Recherche zu den geografischen, zeitlichen und sozialen Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffekts sowie zu den beschlossenen Maßnahmen [8] • Entwicklung von Kriterien für die Bewertung der Maßnahmen unter Berücksichtigung der Dimensionen für globale Entwicklung (Umwelt, Soziales, Wirtschaft) sowie Abschätzung der Wirksamkeit der Maßnahmen (B4, B7, K14, B12) • Ermittlung eines ökologischen Fußabdrucks, Reflexion der verschiedenen zur Ermittlung herangezogenen Dimensionen, Sammlung von Handlungsoptionen im persönlichen Bereich (B8, K13) • Erkennen der Grenzen der wissenschaftlichen Wissensproduktion und der Akzeptanz vorläufiger und hypothetischer Aussagen, die auf einer umfassenden Datenanalyse beruhen (E16) <p><i>Möglicher Kontext:</i> Umweltproblem Stickstoffüberschuss: Ursachen und Auswege <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Erarbeitung des natürlichen Stickstoffkreislaufs, Identifikation der Stoffspeicher und Austauschwege. Fokussierung auf die Anteile von molekularem Stickstoff und biologisch verfügbaren Verbindungen. • Fokussierung auf die anthropogene Beeinflussung des Stickstoffkreislaufs und Strukturierung von Informationen zur komplexen Umweltproblematik durch Stickstoffverbindungen (K2, K5) [9,10] • Recherche zu einem ausgewählten, ggf. lokalen Umweltproblem, welches auf einem zu hohen Stickstoffeintrag beruht und zu den unternommenen Renaturierungsmaßnahmen (K11–14).

Weiterführende Materialien:



N r.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.spektrum.de/pdf/sdw-04-04-s056-pdf/835705?file	Spektrum-Artikel mit anschaulichen Beispielen für die Entkopplung von Nahrungsbeziehungen
2	https://gdcp-ev.de/wp-content/tb2017/TB2017_186_Trauschke.pdf	frei zugänglicher Artikel von Matthias Trauschke zum Energieverständnis im Biologieunterricht am Beispiel ineffizienter Lebensmittelketten
3	https://www.max-wissen.de/max-hefte/geomax-22-kohlenstoffkreislauf/	Geomax Heft 22, Titel: „Das sechste Element- Wie Forschung nach Kohlenstoff fahndet“
4	https://www.max-wissen.de/max-media/klima-der-kohlenstoffkreislauf-max-planck-cinema/	Informationsfilm zum Kohlenstoffkreislauf des Max-Planck-Instituts
5	https://www.ipn.uni-kiel.de/de/das-ipn/abteilungen/didaktik-der-biologie/materialien-1/09_Begleittext_oL.pdf	Unterrichtsmodul zum Kohlenstoffkreislauf des IPN Kiel
6	https://www.leopoldina.org/presse-1/nachrichten/factsheet-klimawandel/	Factsheet der Leopoldina aus dem Jahr 2021. Sehr anschauliche Darstellung der Folgen des Klimawandels und der Bedeutung der Kippelemente (Tipping Points)
7	https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/und_sie_erwaermt_sich_doch_131201.pdf	Broschüre „Und sie erwärmt sich doch“ des Umweltbundesamtes, sachliche und verständliche Widerlegung von Thesen der Klimawandelskeptiker
8	https://www.bmu.de/themen/klimaschutz-anpassung/klimaanpassung/worum-geht-es	Informationen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz zu Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel
9	https://www.bmu.de/media/stickstoff-ein-komplexes-umweltproblem	Animation zum anthropogenen Einfluss auf den Stickstoffhaushalt der Erde des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
10	https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/umweltbelastungen-der-landwirtschaft/stickstoff#einfuehrung	umfassende Information des Umweltbundesamtes zur Stickstoffproblematik mit vielen Verlinkungen zu Datensätzen und Broschüren



<p>UV LK-S3: Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie</p> <p>Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie</p> <p>Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel,</p> <p>Fachliche Verfahren: Chromatografie, Tracer-Methode</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biologische Sachverhalte betrachten (S) • Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E) • Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) • Informationen aufbereiten (K) 	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zelldifferenzierung bei C₃- und C₄-Pflanzen

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren 	<ul style="list-style-type: none"> • analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11), 	<p>Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von Pflanzen abhängig?</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Möglicher Kontext:</i></p> <p>Solarenergie sichert unsere Ernährung – Pflanzen sind Selbstversorger und Primärproduzenten</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufstellung der Bruttogleichung der Fotosynthese und Beschreibung der Stärke- und Sauerstoffproduktion als ein Maß für die Fotosyntheseaktivität
<ul style="list-style-type: none"> • Funktionale Anpassungen: Blattaufbau 	<ul style="list-style-type: none"> • erklären funktionale Anpassungen an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4, S5, S6, E3, K6–8), 	<p>Welche Blattstrukturen sind für die Fotosynthese von Bedeutung?</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Möglicher Kontext:</i></p> <p>Stärkenachweis in panaschierten Blättern – Die Fotosynthese findet nur in grünen Pflanzenteilen statt</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung der Kenntnisse zum Aufbau eines Laubblatts, Erläuterung der morphologischen Strukturen, die für die Fotosyntheseaktivität von Landpflanzen bedeutend sind • Erläuterung von Struktur-Funktions-Zusammenhängen für unterschiedliche Gewebe im schematischen Blattquerschnitt, dabei Berücksichtigung der Versorgung fotosynthetisch aktiver Zellen mit Kohlenstoffdioxid, Wasser und Lichtenergie • Ggf. Mikroskopie eines Abziehppräparats der unteren Blattepidermis und Hypothesenbildung



Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Energieumwandlung • Energiebewertung • Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel • ATP-ADP-System • Stofftransport zwischen den Kompartimenten • Chemiosmotische ATP-Bildung 	<ul style="list-style-type: none"> • vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11). 	<p>Wie wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in nutzbare Energie um? (ca. 6 Ustd)</p>	<p>zur Regulation des Gasaustausches und der Transpiration durch Schließzellen [3] oder Blattquerschnitt</p> <p><i>Kontext:</i> Leben und Energie – Lebensvorgänge in Zellen können nur mit Energiezufuhr ablaufen. <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung des Vorwissens zur Energieumwandlung in lebenden Systemen (→EF), insbesondere: Zusammenhang von abbauendem und aufbauendem Stoffwechsel, energetische Kopplung von Reaktionen, Bedeutung der Moleküle NADH+H⁺ und ATP • Erarbeitung der Funktionsweise des Transmembranproteins ATP-Synthase in lebenden Systemen [1]
<ul style="list-style-type: none"> • Funktionale Anpassungen: Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, Lichtsammelkomplex, Feinbau Chloroplast • Chromatografie 	<ul style="list-style-type: none"> • erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13), 	<p>Welche Funktionen haben Fotosynthesepigmente? (ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Kontext:</i> Der ENGELMANN-Versuch – Die Fotosyntheseleistung ist abhängig von der Wellenlänge des Lichts <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Auswertung des ENGELMANN-Versuchs und Erklärung des ungleichmäßigen Bakterienwachstums entlang der fädigen Alge [4] • Herstellen eines Zusammenhangs zwischen dem Absorptionsspektrum einer Rohchlorophylllösung und dem Wirkungsspektrum der Fotosynthese • Sachgemäße Durchführung der DC-Chromatografie und Identifikation der Pigmente [5] (E4) • Beschreibung des Aufbaus der Reaktionszentren in der Thylakoidmembran von Chloroplasten • Erläuterung der Funktionsweise von Lichtsammelkomplexen und ihrer Organisation zu Fotosystemen unter Verwendung von Modellen



Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Chemiosmotische ATP-Bildung • Energetisches Modell der Lichtreaktionen • Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen, • Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration • Tracer-Methode • Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel 	<ul style="list-style-type: none"> • vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11). • erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der Fotosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht (S2, S7, E2, K9), • werten durch die Anwendung von Tracermethoden erhaltene Befunde zum Ablauf mehrstufiger Reaktionswege aus (S2, E9, E10, E15). 	<p>Wie erfolgt die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie? (ca. 12 Ustd.)</p>	<p>Kontext: Chloroplasten als Lichtwandler – Wie erfolgt die Synthese von Glucose mit Hilfe von Sonnenlicht?</p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung des EMERSON-Effekts anhand eines Diagramms zur Fotosyntheseleistung bei unterschiedlichen Wellenlängen, Identifizierung von Fragestellungen zur Funktionsweise der Fotosysteme (E2) • Entwicklung einer vereinfachten Darstellung der Lichtreaktion in einem energetischen Modell, welche den Energietransfer in den beiden Fotosystemen, die Fotolyse des Wassers, den Elektronentransport über Redoxsysteme mit Redoxpotenzialgefälle und die Bildung von NADPH+ H⁺ berücksichtigt (K11) [5] • Vergleich des membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in der Atmungskette und der Primärreaktion (E12) (→UV 2) • Erläuterung der Teilschritte des CALVIN-Zyklus, dabei Fokussierung auf die Kohlenstoffdioxidfixierung durch das Enzym Rubisco, das Recyclingprinzip von Energie- und Reduktionsäquivalenten sowie auf die Bedeutung zyklischer Prozesse • Erläuterung des Tracer- Experiments von CALVIN und BENSON zur Aufklärung der Synthesereaktion und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen der gewonnenen Erkenntnisse (E10, E15) • Darstellung des Zusammenwirkens von Chloroplasten und Mitochondrien in einer Pflanzenzelle für die Aufrechterhaltung der Lebensvorgänge in einer Pflanzenzelle (S7, E9)

Weiterführende Materialien:



N r .	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5002	Nachweis von Sauerstoff mit Indigocarmin und Natriumdithionit, Versuchsprotokoll und Lösungen
2	https://www.bio-logisch-nrw.de/aufgabenarchiv	Aufgabe 5 aus dem Jahr 2015 („Alles im grünen Bereich“) beschreibt das einfache und aussagekräftige experimentelle Design mit Efeuplättchen.
3	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5002	Mikroskopie von Spaltöffnungen: Anleitung und Lösung
4	https://www.chemie-schule.de/KnowHow/Engelmannscher_Bakterieversuch	Anschauliche Erklärung und Verlinkung zu einer kurzen Animation
5	https://medienportal.siemens-stiftung.org/de/chromatografie-von-chlorophyll-109310	Arbeitsmaterial mit Videolink, Differenzierungsmaterial und Lösungen zur Chromatografie von Blattfarbstoffen
6	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5002	Modell zur Lichtreaktion: Bauanleitung

<p>UV LK-S4: Fotosynthese – natürliche und anthropogene Prozessoptimierung</p> <p>Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie</p> <p>Zeitbedarf: ca. 8 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) • Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B) 	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen <p>Individuelle und evolutive Entwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zelldifferenzierung bei C₃- und C₄-Pflanzen



<ul style="list-style-type: none"> Inhaltliche Aspekte 	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> Funktionale Anpassungen: Blattaufbau C₄-Pflanzen Stofftransport zwischen Kompartimenten 	<ul style="list-style-type: none"> vergleichen die Sekundärvorgänge bei C₃- und C₄-Pflanzen und erklären diese mit der Anpassung an unterschiedliche Standortfaktoren (S1, S5, S7, K7), 	<p>Welche morphologischen und physiologischen Anpassungen ermöglichen eine effektive Fotosynthese an heißen und trockenen Standorten?</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Möglicher Kontext:</i> Verhungern oder Verdursten? – Anpassungen bei Mais und Hirse</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Erläuterung der Standortfaktoren von C₄-Pflanzen, Hypothesenbildung zu Anpassungen, auch unter Berücksichtigung der höheren FS-Leistung Identifizierung der anatomischen Unterschiede im schematischen Blattquerschnitt von C₃- und C₄-Pflanzen und Beschreibung der physiologischen Unterschiede Erläuterung der höheren Fotosyntheseleistung der C₄-Pflanzen an warmen, trockenen Standorten, dabei Fokussierung auf die unterschiedliche CO₂-Affinität der Enzyme PEP-Carboxylase und Rubisco fakultativ: Vergleich verschiedener Fotosyntheseformen inklusive CAM
<ul style="list-style-type: none"> Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen 	<ul style="list-style-type: none"> beurteilen und bewerten multiperspektivisch Zielsetzungen einer biotechnologisch optimierten Fotosynthese im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung (E17, K2, K13, B2, B7, B12) 	<p>Inwiefern können die Erkenntnisse aus der Fotosyntheseforschung zur Lösung der weltweiten CO₂-Problematik beitragen?</p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p><i>Möglicher Kontext:</i> Künstliche Fotosynthese – eine Maßnahme gegen den Klimawandel?</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> angeleitete Recherche zu einem Entwicklungsprozess der künstlichen Fotosynthese mit den Zielen der Fixierung überschüssigen Kohlenstoffdioxids und der Produktion nachhaltiger Rohstoffe (K2) [1,2] Diskussion des Sachverhalts „biotechnologisch optimierte Fotosynthese“, Erkennen unterschiedlicher Interessen und ethischer Fragestellungen (B2)

Weiterführende Materialien:

N r .	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.mpg.de/14793996/kuenstliche-fotosynthese	Max-Planck-Gesellschaft, Stoffwechsel 2.0
2	https://www.max-wissen.de/max-hefte/kuenstliche-fotosynthese/	Biomax-Heft 37: Grünes Tuning – auf dem Weg zur künstlichen Fotosynthese



<p>UV LK-S2: Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen</p> <p>Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie</p> <p>Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p>	
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Informationen erschließen (K) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) 	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Struktur und Funktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse zeitgleich in einer Zelle. <p>Stoff- und Energieumwandlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen <p>Steuerung und Regelung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Negative Rückkopplung in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels

• Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	<i>Sequenzierung: Leitfragen</i>	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • Feinbau Mitochondrium • Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäurezyklus und Atmungskette • Energetisches Modell der Atmungskette • Redoxreaktionen 	<ul style="list-style-type: none"> • stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben und anaeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9), • vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11). 	<p>Wie kann die Zelle durch den schrittweisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen?</p> <p>(ca. 8 Ustd)</p>	<p><i>Kontext:</i></p> <p>Keine Power ohne Nahrung – Bei heterotrophen Organismen ist die ATP-Synthese an die Oxidation von Nährstoffmolekülen gekoppelt [1]</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung des Vorwissens zum Feinbau von Mitochondrien • Beschreibung der Glykolyse als ersten Schritt des Glucoseabbaus, dabei Fokussierung auf die Entstehung von Energie- und Reduktionsäquivalenten sowie die Oxidation zu Pyruvat als Endprodukt der Glykolyse • Beschreibung des oxidativen Abbaus von Pyruvat zu Kohlenstoffdioxid in den Mitochondrien durch oxidative Decarboxylierung und die Prozesse im Tricarbonsäurezyklus, dabei Fokussierung auf die Reaktionen, in denen Reduktionsäquivalente und ATP gebildet werden • Aufstellung einer Gesamtbilanz <p>Hinweis: Strukturformeln der Zwischenprodukte müssen nicht reproduziert werden können.</p> <p><i>Möglicher Kontext:</i></p> <p>Knallgasreaktion in den Mitochondrien?</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Demonstration der stark exergonischen Knallgasreaktion (ggf. Video) und Aufstellung der Reaktionsgleichung, Hypothesenbildung zum Ablauf der analogen Reaktion in den Mitochondrien



<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"> Alkoholische Gärung und Milchsäuregärung Stoffwechselregulation auf Enzymebene 	<ul style="list-style-type: none"> stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben und anaeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9), erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels (S7, E1–4, E11, E12), nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1–4, B5, B7, B9) 	<p>Welche Bedeutung haben Gärungsprozesse für die Energiegewinnung? (ca. 2 Ustd.)</p> <p>Wie beeinflussen Nahrungsergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel? (ca. 6 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Vertiefung des Feinbaus von Mitochondrien bezüglich der Proteinausstattung der inneren Mitochondrienmembran Veranschaulichung der Redoxreaktionen und des Gefälles der Redoxpotenziale in einem energetischen Modell der Atmungskette (E12) Analyse der Bedeutung der Verfügbarkeit von Sauerstoff als Endakzeptor der Elektronen und NADH+H⁺ als Elektronendonator zur Aufrechterhaltung des Protonengradienten fakultative Vertiefung weiterer kataboler Reaktionswege, die für den Energiestoffwechsel relevant sind: Oxidation anderer Nährstoffe sowie Abbau eigener Körpersubstanz, Tricarbonsäurezyklus als Stoffwechseldrehscheibe <p><i>Möglicher Kontext:</i> PASTEUR-Effekt: Höherer Glucoseverbrauch von Hefezellen unter anaeroben Bedingungen</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Problematisierung der Auswirkungen von Sauerstoffmangel auf die Glykolyse: Regeneration des NAD⁺ bleibt aus (fehlender Endakzeptor für Elektronen in der Atmungskette) Erläuterung der Stoffwechselreaktionen der alkoholischen Gärung und Milchsäuregärung und deren Bedeutung für die Regeneration von NAD⁺ Verwendung geeigneter Darstellungsformen für den stofflichen und energetischen Vergleich der behandelten Stoffwechselwege (K9) <p><i>Möglicher Kontext:</i> Mikronährstoffpräparate beim Sport – Lifestyle oder notwendige Ergänzung?</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Reaktivierung des Vorwissens zu enzymatischen Reaktionen und der Enzymregulation durch Aktivatoren und Inhibitoren (→EF) Anwendung des Konzepts der enzymatischen Regulation z.B. auf ausgewählte enzymatische Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels (z.B. Feedbackhemmung der Phosphofruktokinase) (E12) Reaktivierung der Kenntnisse zu Cofaktoren am Beispiel von Mineralstoff- oder Vitaminpräparaten als Nahrungsergänzungsmittel (NEM) [2,3] Bewertungsprozess: Abwägung von Handlungsoptionen und kriteriengeleitete Meinungsbildung sowie Entscheidungsfindung (B9) [5]

Weiterführende Materialien:



N r .	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6086	In dieser alternativen Unterrichtssequenz werden die gleichen Inhaltlichen Schwerpunkte und konkretisierten Kompetenzerwartungen des KLP angesteuert, jedoch wird mit der Erarbeitung der Vorgänge in der Atmungskette in die Zellatmung eingestiegen.
2	http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/8/bc/vlu/biokatalyse_enzyme/cofaktoren.vlu/Page/vsc/de/ch/8/bc/biokatalyse/vitamine_coenzyme.vsc.ml.html	Tabellarische Übersicht der Vitamine, die als Coenzyme im Energiestoffwechsel relevant sind
3	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6053	Sachinformationen zum Aufbau von Enzymen, Begriffsbestimmungen (Apoenzym, Cofaktor etc.)
4	https://www.klartext-nahrungsergaenzung.de https://www.klartext-nahrungsergaenzung.de/produkte/sport	Unabhängige und informative Seite der Verbraucherzentrale zu Nahrungsergänzungsmitteln, z.B. im Sport
5	https://www.verbraucherzentrale.de/ernaehrungskompetenzen-im-sport	Seminarbausteine der Verbraucherzentrale Sachsen. Modul 6 beinhaltet umfassende Informationen, eine PPT-Präsentation und Arbeitsblätter zum Thema Nahrungsergänzungsmittel im Sport.

Das Inhaltsfeld Genetik und Evolution (5.-6. Semester) wird



im Laufe des SJ 23/24 ergänzt.

Anhang: Leistungskonzept Biologie

Grundsätze der Leistungsbeurteilung im Fach Biologie

Grundsätze der Leistungsbeurteilung im Fach Biologie

1.1 Leistungsbewertung auf Grundlage der Kompetenzerwartungen und Anforderungsbereiche

Sowohl im Bereich der schriftlichen Klausurleistungen, als auch im Bereich der sonstigen Mitarbeit bezieht sich die Leistungsbewertung der Studierenden auf die im KLP für das WBK benannten vier Kompetenzbereiche (s.u.) und unterscheidet 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. Die Anforderungsbereiche sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt:

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 verschiedenen unterrichtlichen Anforderungen, die in der Regel in Form von Aufgaben an die Studierenden gestellt werden, können sowohl den oben beschriebenen Anforderungsbereichen, also auch anhand ihres jeweiligen Anforderungscharakters, den verschiedenen im KLP ausgewiesenen Kompetenzbereichen bzw. Kompetenzerwartungen zugeordnet werden. Diese sind nachfolgend dargestellt (mit Zuordnung):

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 WBK Biologie werden Überprüfungsformen in einer nicht abschließenden Liste vorgeschlagen. Diese Überprüfungsformen zeigen Möglichkeiten auf, wie der Kompetenzerwerb durch die Studierenden nach den oben genannten Anforderungsbereichen sowohl im Bereich der „sonstigen Mitarbeit“ als auch im Bereich „Klausuren“ überprüft werden können. Zu diesen Überprüfungsformen gehören unter anderem die Aufgabentypen *Darstellungsaufgabe*, *Bewertungsaufgabe*, *Beurteilungsaufgabe*, *Reflexionsaufgabe*, *Optimierungsaufgabe*, *Beobachtungsaufgabe*, *Rechercheaufgabe*, *Präsentationsaufgabe*, *Dokumentationsaufgabe*, *Analyseaufgabe* sowie *experimentelle Aufgabe*. Bei der Formulierung der Aufgabenstellungen sowie der Auswahl der Unterrichts- bzw. Klausurmaterialien sollte auf die Passung sowie eine ausgewogene Mischung der Überprüfungsformen geachtet werden.

1.2 Formen der sonstigen Mitarbeit

Die im allgemeinen Leistungskonzept aufgeführten Formen der sonstigen Mitarbeit gelten auch für das Fach Biologie. Dabei werden sowohl die Ausprägung als auch die Progression hinsichtlich der konzeptbezogenen Kompetenzen (Inhaltsdimension) und der prozessbezogenen Kompetenzen (Handlungsdimensionen) bewertet (Kompetenzbereiche vgl. Kernlehrplan für das Fach Biologie vom 19.08.2014). Die individuelle Gewichtung der verschiedenen Kompetenzen obliegt der Lehrkraft. In die SoMi gehen mündliche, schriftliche und praktische Leistungen ein:

- aktive Teilnahme und Mitarbeit am Unterricht und kooperativen Arbeitsformen Hausaufgaben (inhaltliche Richtigkeit, Vollständigkeit und Darstellung, fachsprachliche Leistung), sowie darauf basierende Unterrichtsbeiträge
- mögliche schriftliche Lernstandsüberprüfungen (angekündigte Tests, schriftliche HA-Überprüfung)
- Kurzreferate oder Präsentationen, Protokolle.

In diesen Bereichen bezieht sich die Bewertung der sonstigen Mitarbeit auf die folgenden Aspekte (wobei die Relevanz der jeweiligen Aspekte vom konkreten Unterrichtsinhalt abhängig ist):

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

1.3 Gewichtung und Bewertung der erbrachten Leistungen



Alle im Zusammenhang mit dem Unterricht erbrachten Leistungen gehen in die Note der sonstigen Mitarbeit des Quartals und später des Halbjahres ein. Die Leistungen werden anhand der Bewertungskriterien im allgemeinen Leistungskonzept beurteilt.

Zusätzlich erbrachte Leistungen, wie z.B. Referate, werden bei der Notenfindung angemessen berücksichtigt, können aber als punktuelle Leistungen nicht die kontinuierliche mündliche Mitarbeit ersetzen. Die Ergebnisse schriftlicher Überprüfungen (nur QPH, mindestens eine, maximal zwei pro Halbjahr) dürfen keine bevorzugte Stellung innerhalb der Notengebung haben, ermöglichen aber zusammen das Erreichen der nächsthöheren oder tieferen Notenstufe.

1.4 Notenvergabe

Der Fachlehrer gibt jedem Studierenden die Note in einem individuellen Gespräch bekannt, macht seine Entscheidung transparent und begründet sie. Es bietet sich an dieser Stelle an, Förderhinweise für den weiteren individuellen Lernweg zu geben (vgl. hierzu auch Punkt 4). Bei diesen Gesprächen ist auf eine wertschätzende und adressatengerechte Atmosphäre zu achten, die dem Umgang mit erwachsenen Lernern entspricht.

Die Studierenden können einen Selbsteinschätzungsbogen für ihre SoMi-Noten ausfüllen.

2. Klausuren

2.1 Klausurlängen, Konzeption von Klausuren und deren Bewertung

- **Einführungsphase:** Im ersten und zweiten Semester werden je eine Klausur mit einer Länge von 90 min geschrieben.
- **Qualifikationsphase:** Klausurenanzahl und -länge:

	<u>LK</u>	<u>GK</u>
3. Semester	1. Klausur (bis zu 135 min), 2. Klausur (bis zu 135 min.)	eine Klausur (90 min.)
4. Semester	1. Klausur (bis zu 180 min.), 2. Klausur (bis zu 180 min.)	1. Klausur (90 min.), 2. Klausur (135 min.)
5. Semester	1. Klausur (bis zu 255 min.), 2. Klausur (bis zu 255 min.)	1. Klausur (135 min.),



		2.Klausur (180 min), (nur Studierende, die Biologie als 3. oder 4. Abiturfach belegt haben)
6. Semester	ab SS 2025: Eine Klausur (300 min.) Die Studierenden erhalten vier Aufgaben. Sie wählen daraus drei Aufgaben zur Bearbeitung aus.	ab SS 2025: Eine Klausur (255 min.) Eine Aufgabenauswahl durch die Studierenden ist nicht vorgesehen.

- Schriftliche Arbeiten werden durch die drei Anforderungsbereiche „Wiedergabe von Kenntnissen“ (AFB I), „Anwenden von Kenntnissen“ (AFB II) und „Problemlösen und Werten“ (AFB III) strukturiert (s.o.). Sie orientieren sich an den vier oben dargestellten Kompetenzbereichen.
- Für Klausuren gilt, dass der Schwerpunkt der zu erbringenden Leistungen im Anforderungsbereich II liegt, bei angemessener Berücksichtigung der Anforderungsbereiche I und III. Dabei soll der Anteil des Bereiches I deutlich größer sein als der des Bereiches III. In der Praxis orientiert sich folglich eine Verteilung der Punkte an folgenden Kennzahlen:
 - AFB I: ca. 30%
 - AFB II: ca. 50%
 - AFB III: ca. 20%
- Für die Darstellungsleistung werden um die 10 % der Gesamtpunktzahl vergeben.
- Aufgabenstellung und Punkteverteilung orientieren sich an den Vorgaben für das Zentralabitur. Die Note gut wird erteilt, wenn mehr als drei Viertel der Gesamtleistung erreicht wurden. Die Note ausreichend wird erteilt, wenn der Prüfling etwa die Hälfte der erwarteten Gesamtleistung erbracht hat. Die Punkte für die restlichen Notenstufen sollen ungefähr linear verteilt werden. Daraus ergibt sich, in Anlehnung an das Notenschema im Zentralabitur, folgende prozentuale Verteilung, an der sich die Notenfestlegung bei schriftlichen Übungen und Klausuren orientieren soll:



Prozente	Noten	Punkte
≥95	1+	15
≥90	1	14
≥85	1-	13
≥80	2+	12
≥75	2	11
≥70	2-	10
≥65	3+	9
≥60	3	8
≥55	3-	7
≥50	4+	6
≥45	4	5
≥40	4-	4
≥33	5+	3
≥26	5	2
≥20	5-	1
≥0	6	0

- Die gestellten Klausuren orientieren sich im Laufe des Bildungsganges zunehmend an den Aufgabenformaten des Zentralabiturs. Dies bedeutet im Einzelnen:
 - ab einer Klausurlänge von 255 min (LK) bzw. 180 min (GK) sollten den Studierenden, wie im Abitur, 3 Aufgaben vorgelegt werden. In der Klausur des 6. Semesters ist eine Aufgabenauswahl (3 aus 4) durch die Studierenden vorgesehen. In den kürzeren Klausuren des 1.-4. Semesters werden den Studierenden in der Regel zwei Aufgaben vorgelegt.
 - die Aufgaben enthalten fachspezifisches Material.
 - dieses Arbeitsmaterial bezieht sich auf authentische Untersuchungen, Messergebnisse oder biologische Sachverhalte. Fiktive oder prototypische Daten oder Szenarien sind zu vermeiden.
 - die Materialien und Aufgabenstellungen haben ein angemessenes (fach-) sprachliches Niveau, sollten aber gleichzeitig sprachsensibel formuliert sein.
 - die Aufgabe gliedert sich auf in einzelne Teilaufgaben. Diese können jeweils einen oder mehrere Operatoren (s.u.) enthalten. Die Teilaufgaben sind inhaltlich miteinander verbunden. Dabei ist sichergestellt, dass auch bei Versagen des Prüflings in einer Teilaufgabe die anderen Teilaufgaben lösbar bleiben.
 - alle Teilaufgaben haben einen konkreten Materialbezug. Auch Aufgaben, die reproduktiv angelegt sind, weisen in der Regel einen Materialbezug auf. Aufgabenstellungen, die eine aufsatzartige Wiedergabe von Sachverhalten ohne konkreten Materialbezug verlangen, sind zu vermeiden. Es ist jedoch möglich, z.B. biologische Mechanismen oder Prozesse mit Hinblick auf eine anschließende Anwendung auf das Material zunächst wiedergeben zu lassen („Beschreiben Sie das Prinzip der Gelelektrophorese und erklären Sie die Versuchsergebnisse in Material A.“)



- die Aufgabenstellungen sind in der Regel operationalisiert formuliert. Einzelne Teilaufgaben können, wenn dies dem besseren Verständnis dient, auch durch „W-Fragen“ konkretisiert werden. Eine Auswahl möglicher Operatoren und deren jeweilige Zuordnung zu den Anforderungsbereichen ist nachfolgend angefügt:

Operator	Definition	Anforderungsbereich
ableiten	auf der Grundlage wesentlicher Merkmale sachgerechte Schlüsse ziehen	II–III, ggf. I
analysieren	wichtige Aussagen, Daten, Merkmale, Eigenschaften oder Sachverhalte auf eine bestimmte Fragestellung hin herausarbeiten	II, ggf. III
angeben	Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne Erläuterungen aufzählen	I–II
auswerten	Daten, Einzelergebnisse oder andere Elemente in einen Zusammenhang stellen und ggf. zu einer Gesamtaussage zusammenführen	II–III, ggf. I
begründen	Sachverhalte auf Regeln und Gesetzmäßigkeiten bzw. auf kausale Beziehungen von Ursache und Wirkung zurückführen	II–III, ggf. I
benennen	Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge fachsprachlich richtig bezeichnen	I–II
beschreiben	Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge strukturiert unter Verwendung der Fachsprache wiedergeben.	I–II
beurteilen	zu einem Sachverhalt ein selbstständiges Urteil unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden formulieren und begründen	II–III
bewerten	Sachverhalte bzw. Methoden an Wertekategorien oder an ausgewiesenen bzw. bekannten Beurteilungskriterien messen	II–III
darstellen	Sachverhalte, Zusammenhänge, Methoden etc. unter Verwendung einer korrekten Fachsprache und fachüblicher Darstellungsweisen strukturiert wiedergeben	I–III
deuten	fachspezifische Zusammenhänge im Hinblick auf eine gegebene Fragestellung begründet herausstellen	II–III
diskutieren	Argumente und Beispiele zu einer Aussage oder These einander gegenüberstellen und abwägen	II–III
erklären	einen Sachverhalt mit Hilfe eigener Kenntnisse in einen Zusammenhang einordnen sowie ihn nachvollziehbar und verständlich machen	I, II, III
erläutern	einen Sachverhalt veranschaulichend darstellen und durch zusätzliche Informationen verständlich machen	I, II, III



Hypothese entwickeln / Hypothese aufstellen	begründete Vermutung auf der Grundlage von Beobachtungen, Untersuchungen, Experimenten oder Aussagen formulieren	II–III
interpretieren	fachspezifische Zusammenhänge im Hinblick auf eine gegebene Fragestellung begründet herausstellen	II–III
nennen	Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne Erläuterungen aufzählen	I–II
skizzieren	Sachverhalte, Strukturen oder Ergebnisse auf das Wesentliche reduziert übersichtlich grafisch darstellen	I–II
Stellung nehmen	zu einem Sachverhalt, der an sich nicht eindeutig ist, nach kritischer Prüfung und sorgfältiger Abwägung ein begründetes Urteil abgeben	II–III
vergleichen	Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede ermitteln und herausstellen	I–II
zeichnen	eine möglichst exakte grafische Darstellung beobachtbarer oder gegebener Strukturen anfertigen und beschriften	I–II
zusammenfassen	Sachverhalte, Strukturen oder Ergebnisse auf das Wesentliche reduziert sprachlich darstellen	I–II

- Im vierten oder fünften Semester kann die jeweils zweite Klausur des Semesters durch eine Facharbeit ersetzt werden. Die Facharbeit bezieht sich vertiefend auf einen an den Unterricht des laufenden Semesters angebotenen Aspekt. Sie sollte nach Möglichkeit auch praktische Anteile enthalten.

2.2 Individuelle Förderung im Rahmen schriftlicher Lernstandsüberprüfungen

Die Fachschaft Biologie des Köln-Kollegs betrachtet das Lernen der Studierenden als einen kumulativen Prozess. Lernstandsüberprüfungen in Form schriftlicher Klausuren sind ein Teil dieses Prozesses. Sie sollen den Studierenden eine Rückmeldung über ihren aktuellen Leistungsstand geben, aber auch Ausgangspunkt für den weiteren Lernprozess sein. Die Leistungsbewertung kommt dieser doppelten Funktion nach. Im Einzelnen bedeutet dies:

- den Studierenden können als Hilfestellung für die eigene Klausurvorbereitung Selbstdiagnose-Bögen ausgeteilt werden, die die klausurrelevanten Kompetenzen konkretisieren und zum Beispiel Hinweise zur Erarbeitung enthalten.
- im Unterrichtsverlauf und während der Klausurvorbereitung werden die Leistungserwartungen sowohl in inhaltlicher, als auch in formaler Hinsicht transparent gemacht. Zu diesem Zweck kann u.a. auch der entwickelte Feedback-Bogen (s.u.) vorab an die Studierenden ausgegeben werden.



- die Studierenden bekommen eine differenzierte Rückmeldung über die inhaltlichen Leistungen der Klausur in Form eines ausformulierten Erwartungshorizontes. Zusammen mit Randkommentierungen (z.B. „Inh +/-“ oder „(nicht) überzeugende Argumentation“ o.ä.) und im Feedback-Bogen (s.u.) benannten Aspekten werden so individuelle Stärken und Schwächen herausgestellt.
- Zusammen mit den inhaltlichen Erwartungen erhalten die Studierenden zu Klausuren individuelle Förderempfehlungen zu allgemeinen und fachmethodischen Lernstrategien. Die Fachschaft Biologie hat dazu einen Feedback-Bogen (s. Anhang) entwickelt, der individuelle Stärken in einem von Lehrer auszufüllenden Freifeld benennt und der für Problemfelder und Entwicklungsnotwendigkeiten passende Hinweise zu inhaltlichen, allgemeinen und fachmethodischen Lernstrategien gibt. Im Verlauf der Semester ermöglicht der Vergleich der Feedback-Bögen mehrerer Klausuren Erkenntnisse über die individuelle Lernentwicklung. Der Feedback-Bogen soll den Studierenden vorab bekannt gemacht werden, z.B. vor der ersten Klausur. Dadurch wird die Transparenz der Leistungserwartungen weiter gefördert.
- Der o.g. Feedback-Bogen im Rahmen der Fachkonferenzen bei Bedarf evaluiert und weiterentwickelt.



Aufgaben- und Materialbearbeitung	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> lesen Sie die Arbeitsanweisungen sorgfältig und prüfen Sie, ob Sie keine Teilaufgaben übersehen haben. <input type="checkbox"/> Achten Sie darauf, dass sich Ihre Ausführungen auf die Aufgabenstellung beziehen und für diese relevant sind. <input type="checkbox"/> Beachten Sie die unterschiedliche Bedeutung der Operatoren (→Operatorenliste!). <input type="checkbox"/> Achten Sie auf einen konkreten Materialbezug. Wenden Sie Gelerntes auf den konkreten Fall an. <input type="checkbox"/> Beschreiben und/oder werten Sie Materialien (Texte, Diagramme, Abbildungen,...) sorgfältig aus. Aspekte: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> der dargestellte Sachverhalt <input type="checkbox"/> Achsenbezeichnungen, Einheiten, Messwerte <input type="checkbox"/> Diagramm- oder Kurventypen (Säulen-/Tortendiagramm, Sättigungs- /Optimumskurve). 						
Darstellung	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Vermeiden Sie wörtliche Textübernahmen („Abschreiben“ des Materials). <input type="checkbox"/> Gliedern Sie Ihren Text in graphisch erkennbare und inhaltlich geschlossene Abschnitte. <input type="checkbox"/> Stellen Sie die einzelnen Gedanken in logischer, folgerichtiger Weise dar und verknüpfen Sie diese so, dass der Leser der Argumentation leicht folgen kann. <input type="checkbox"/> Formulieren Sie verständlich, präzise und klar. <input type="checkbox"/> Schreiben Sie einen Fließtext: Vermeiden Sie unvollständige Sätze (Telegrammstil) und Stichwort-Auflistungen. <input type="checkbox"/> Schreiben Sie sachlich und distanziert (Unterschiede gesprochene Sprache – Schriftsprache beachten). <input type="checkbox"/> Sprachrichtigkeit: Beachten Sie... <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; padding: 5px;"> Rechtschreibung <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Groß-/Kleinschreibung <input type="checkbox"/> Bindestriche / zusammengesetzte Nomen </td> <td style="width: 33%; padding: 5px;"> Grammatik <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> das/dass <input type="checkbox"/> Gentiv-„s“ <input type="checkbox"/> Pronomen (<i>der/den/dem/...</i>) <input type="checkbox"/> Kongruenz (<i>der Mann – die Männer</i>) <input type="checkbox"/> Konjugationen/Deklinationen (<i>„während eines künstlichen Reizes“</i>) </td> <td style="width: 33%; padding: 5px;"> Wortwahl <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> wie/als <input type="checkbox"/> der/die/das </td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"> Satzbau <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Hauptsätze: Verb nach Subjekt <input type="checkbox"/> Nebensätze: Verb am Ende </td> <td colspan="2" style="padding: 5px;"> Zeichensetzung <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Kommata (z.B. bei Nebensätzen/vor „dass“) </td> </tr> </table> <p>sonstige: _____</p>	Rechtschreibung <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Groß-/Kleinschreibung <input type="checkbox"/> Bindestriche / zusammengesetzte Nomen 	Grammatik <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> das/dass <input type="checkbox"/> Gentiv-„s“ <input type="checkbox"/> Pronomen (<i>der/den/dem/...</i>) <input type="checkbox"/> Kongruenz (<i>der Mann – die Männer</i>) <input type="checkbox"/> Konjugationen/Deklinationen (<i>„während eines künstlichen Reizes“</i>) 	Wortwahl <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> wie/als <input type="checkbox"/> der/die/das 	Satzbau <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Hauptsätze: Verb nach Subjekt <input type="checkbox"/> Nebensätze: Verb am Ende 	Zeichensetzung <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Kommata (z.B. bei Nebensätzen/vor „dass“) 	
Rechtschreibung <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Groß-/Kleinschreibung <input type="checkbox"/> Bindestriche / zusammengesetzte Nomen 	Grammatik <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> das/dass <input type="checkbox"/> Gentiv-„s“ <input type="checkbox"/> Pronomen (<i>der/den/dem/...</i>) <input type="checkbox"/> Kongruenz (<i>der Mann – die Männer</i>) <input type="checkbox"/> Konjugationen/Deklinationen (<i>„während eines künstlichen Reizes“</i>) 	Wortwahl <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> wie/als <input type="checkbox"/> der/die/das 					
Satzbau <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Hauptsätze: Verb nach Subjekt <input type="checkbox"/> Nebensätze: Verb am Ende 	Zeichensetzung <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Kommata (z.B. bei Nebensätzen/vor „dass“) 						
Fachwissen und Fachsprache	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Wiederholen Sie wichtige fachliche Grundlagen, hier z.B. _____ <input type="checkbox"/> Führen Sie Sachverhalte differenziert aus und vermeiden Sie oberflächliche oder verkürzte Darstellungen. <input type="checkbox"/> Verwenden und erläutern Sie die relevanten Fachbegriffe, hier z.B. _____ <input type="checkbox"/> Achten Sie auf eine korrekte, treffende Verwendung der Fachsprache und Fachbegriffe. 						
Sonstiges/ Ergänzungen/Konkretisierungen	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Teilen Sie sich die Zeit ein. Bearbeiten Sie bei Problemen ggfls. zunächst eine andere Aufgabe. <input type="checkbox"/> ... 						



3. Bildung der Gesamtnote

Die Endnote wird gleichwertig aus den etwaigen Klausuren und der Sonstigen Mitarbeit ermittelt. Die Gesamtnote wird pädagogisch ermittelt, nicht zwangsläufig arithmetisch. Dabei ist auch die individuelle Entwicklung des Studierenden zu berücksichtigen. Bei Studierenden, die keine Klausuren schreiben, entspricht die Note für die sonstige Mitarbeit der Endnote.

Die Endnote wird den Studierenden in der Regel am Semesterende in einem persönlichen Gespräch mitgeteilt und transparent gemacht. Sie sollte mit individuellen Förderhinweisen verbunden sein (vgl. Punkte 1 und 2.2).

4. Fachliche Qualitätssicherung und Evaluation

Die Fachkonferenz Biologie prüft regelmäßig auf der Basis von Unterrichtserfahrungen, ob und inwieweit der schulinterne Lehrplan sich bewährt hat oder Änderungen vorzunehmen sind. Denn das schulinterne Curriculum stellt kein abgeschlossenes Grundsatzdokument dar, sondern wird als lebendiger Prozess aufgefasst. Dabei werden die personellen, räumlichen, materiellen und zeitlichen Ressourcen der Fachgruppe einer Prüfung unterzogen.

Hierbei werden die im SILP benannten bzw. konkretisierten Unterrichtsvorhaben sowie Aspekte der Leistungsbewertung thematisiert und u.U. neu gefasst bzw. zur Neufassung eventuell in Kleingruppen als Arbeitsschwerpunkte der Weiterentwicklung des Fachs vorbereitet. Ebenfalls besprechen die Kollegen die Unterrichtssituation, kommunizieren Fortbildungsbedarf und -angebote, vergleichen neue mit den eingeführten Lehrwerken und beantragen bei Bedarf Neuanschaffungen. Kolleginnen und Kollegen des Fachs Biologie nehmen an Fortbildungen teil.

5. Lern- und Lehrmittel

Der Unterricht basiert auf vielfältigen, abwechslungsreichen und auf die Lernausgangslage der Studierenden abgestimmten Materialien. Neben Handreichungen, Anschauungsobjekten, Modellen und multimedialen Angeboten steht den Studierenden das eingeführte Lehrbuch „Natura – Einführungsphase“ bzw. „Natura – Qualifikationsphase“ kostenlos zur Verfügung.