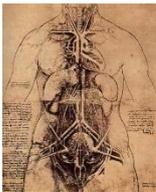


Schulinterner Lehrplan des Joseph-König-Gymnasiums für das Fach Biologie

Sek II



Joseph-König-Gymnasium

Holtwicker Str. 3 – 5

45721 Haltern am See

Tel.: 02364 – 933540

www.joseph-koenig-gymnasium.de

Ab Schuljahr 2025/26

Inhaltsverzeichnis

1. Aufgaben und Ziele des Faches.....	3
2. Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit.....	4
2.1 Lage der Schule.....	4
2.2 Verfügbare Ressourcen	5
2.3 Funktionsinhaber*innen.....	5
2.4 Lehrwerk.....	5
3. Übersicht über die Unterrichtsvorhaben der Sek II.....	6
3.1 Inhalte auf einen Blick.....	6
3.2 Unterrichtsvorhaben der Jahrgangsstufe EF	8
3.3 Unterrichtsvorhaben der Jahrgangsstufe Q1 GK	22
3.4 Unterrichtsvorhaben der Jahrgangsstufe Q2 GK	40
3.5 Unterrichtsvorhaben der Jahrgangsstufe Q1 LK	47
3.6 Unterrichtsvorhaben der Jahrgangsstufe Q2 LK	72
4. Hinweise zur Leistungsbewertung.....	82
4.1 Allgemeine Grundsätze.....	82
4.2 Unterrichtsbeiträge in der Sekundarstufe II.....	83
4.3 Erläuterungen zu den einzelnen Notenstufen.....	86
4.4 Verbindliche Absprachen zum Beurteilungsbereich Klausuren.....	87
4.5 Bewertung von Facharbeiten.....	88

1. Aufgaben und Ziele des Faches

Naturwissenschaften und Technik prägen unsere Gesellschaft in allen Bereichen und bilden einen bedeutenden Teil unserer kulturellen Identität. Sie bestimmen maßgeblich unser Weltbild, das schneller als in der Vergangenheit Veränderungen erfährt. Das Wechselspiel zwischen naturwissenschaftlicher Erkenntnis und technischer Anwendung bewirkt Fortschritte auf vielen Gebieten, vor allem auch bei der Entwicklung und Anwendung von neuen Technologien und Produktionsverfahren. Andererseits birgt das Streben nach Fortschritt aber auch Risiken, die bewertet und beherrscht werden müssen. Naturwissenschaftlich-technische Erkenntnisse und Innovationen stehen damit zunehmend im Fokus gesellschaftlicher Diskussionen und Auseinandersetzungen. Eine vertiefte naturwissenschaftliche Grundbildung bietet die Grundlage für fundierte Urteile in Entscheidungsprozessen über erwünschte oder unerwünschte Entwicklungen. Das Fach Biologie leistet gemeinsam mit den anderen naturwissenschaftlichen Fächern einen Beitrag zum Bildungsziel einer vertieften naturwissenschaftlichen Grundbildung. Gemäß den für alle Bundesländer verbindlichen Bildungsstandards beinhaltet naturwissenschaftliche Grundbildung, Phänomene erfahrbar zu machen, die Sprache und Geschichte der Naturwissenschaften zu verstehen, ihre Erkenntnisse zu kommunizieren sowie sich mit ihren spezifischen Methoden der Erkenntnisgewinnung und deren Grenzen auseinanderzusetzen. Typische theorie- und hypothesengeleitete Denk- und Arbeitsweisen ermöglichen eine analytische und rationale Betrachtung der Welt. Naturwissenschaftliche Bildung ermöglicht eine aktive Teilhabe an gesellschaftlicher Kommunikation und Meinungsbildung über technische Entwicklungen und naturwissenschaftliche Forschung und ist deshalb wesentlicher Bestandteil von Allgemeinbildung.

Der Biologieunterricht in der Sekundarstufe I legt die Grundlagen für ein gesundheits- und umwelt-bewusstes, nachhaltiges Handeln sowohl in individueller als auch in gesellschaftlicher Verantwortung und für lebenslanges Lernen auf dem Gebiet der Biowissenschaften, die von einem rasanten Erkenntniszuwachs geprägt sind. Durch die unmittelbare Begegnung mit Lebewesen und der Natur ermöglicht der Biologieunterricht primäre Naturerfahrungen, die einen wesentlichen Beitrag zur Wertschätzung und Erhaltung der biologischen Vielfalt leisten sowie affektive Haltungen beeinflussen und ästhetisches Empfinden wecken.

Schülerinnen und Schüler entwickeln ein Verständnis für die wechselseitige Abhängigkeit von Mensch und Umwelt und werden für einen verantwortungsvollen Umgang mit der Natur sensibilisiert. Diese Erkenntnisse führen zu Perspektiven und Anwendungen, die in Abgrenzung zu den anderen Naturwissenschaften den Menschen als Teil und als Gestalter der Natur betreffen.

Der Biologieunterricht eröffnet den Schülerinnen und Schülern Einblicke in Bau und Funktion des eigenen Körpers und leistet so einen wichtigen Beitrag zur Selbstwahrnehmung und Gesundheits-erziehung sowie zu Fragen des Zusammenlebens und der Lebensplanung.

(Quelle: Kernlehrplan für die Sekundarstufe I Gymnasium in Nordrhein-Westfalen, Herausgeber: Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen Völklinger Straße 49, 40221 Düsseldorf)

2. Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

2.1 Lage der Schule

Das Joseph-König-Gymnasium liegt in Haltern am See, einer Kleinstadt mit ca. 38000 Einwohnern am südlichen Rand des Münsterlands. Das Gymnasium ist in einem Stadtgebiet, das durch das angrenzende Naherholungsgebiet mit seinen Seen geprägt ist. Es ist fünf- bis sechszügig. Im Schuljahr 2023/2024 besuchen ca. 1040 Schülerinnen und Schüler unser Gymnasium. Unterrichtet werden diese derzeit von ca. 80 Kolleginnen und Kollegen.

Die Schule ist bei Maßnahmen zur Standortsicherung (Lernstandserhebung) dem Standorttyp I zugeordnet. Von großer Bedeutung ist die enge Zusammenarbeit mit den Eltern der Schülerinnen und Schüler. Diese sind sehr am schulischen Wohlergehen ihrer Kinder interessiert und engagieren sich aktiv in zahlreichen Gremien der Schule.

Das Joseph-König-Gymnasium ist seit 2010 Europaschule, seit dem erfolgten Rezertifizierungen. Dies spiegelt wider, dass sich die Schule dem europäischen Gedanken und besonders der Vermittlung interkultureller Handlungsfähigkeit verpflichtet fühlt. Zahlreiche Unterrichtsprojekte in der Sekundarstufe I und II tragen diesem Anspruch Rechnung. Durch die Auseinandersetzung mit fremdkulturellen Werten und Normen und der damit verbundenen Notwendigkeit zum Perspektivwechsel leistet der Unterricht der einzelnen Fächer einen Beitrag zur Erziehung zur Toleranz und fördert Offenheit und Kritikfähigkeit. Auch das Engagement für Partnerschaftsprojekte (beispielsweise die Unterstützung des Straßenkinderprojekts „Arco Iris“ in La Paz in Bolivien) soll hierzu einen Beitrag leisten.

Die individuelle Förderung jeder einzelnen Schülerin und jedes einzelnen Schülers ist allen Fachgruppen nicht zuletzt vor dem Hintergrund der gesellschaftlichen Anforderungen an Studierfähigkeit und Berufsorientierung ein besonderes Anliegen. Der Unterricht aller Fächer zielt darauf ab, vielfältige Lerngelegenheiten zum aktiv kooperativen und selbstständigen Lernen zu eröffnen. Die Ausstattung der Schule mit einem Lernzentrum sowie mit mehreren Informatikräumen sowie eine digitale Grundausstattung in allen Klassen-, Kurs- und Fachräumen erleichtern den Weg zu einer informatorischen Grundbildung für alle Schülerinnen und Schüler.

Weil die Schule bahnhofsnahe gelegen und an ein gut ausgebautes Nahverkehrsnetz angebunden ist, lassen sich benachbarte Städte im Münsterland und im Ruhrgebiet für Unterrichtsexkursionen aller Fächer leicht besuchen. Die Durchführung von Exkursionen, der Besuch von Ausstellungen und Theateraufführungen etc. wird als Bereicherung des Schullebens und als wertvolle Ergänzung des schulischen Unterrichts angesehen.

Da das Joseph-König-Gymnasium das einzige Gymnasium der Stadt Haltern am See ist, fühlt es sich der Gesamtheit aller Schülerinnen und Schüler verpflichtet. Deshalb bietet unsere Schule ein breites Angebot an Fächern an. Auch können dank der Größe der Jahrgangsstufen in fast allen Fächern in der Oberstufe Leistungskurse angewählt werden. Eine Besonderheit ist der bilinguale Zweig: Das Joseph-König-Gymnasium bietet seit 1988 allen Schülerinnen und Schülern zusätzlich zum normalen Fächerangebot die Möglichkeit,

einen bilingualen Zweig zu besuchen, somit ein bilinguales Abitur abzulegen und ein CertiLingua Label zu erwerben.

2.2 Verfügbare Ressourcen

Unser Schulgebäude verfügt über vier Biologiefachräume mit zum Teil moderner Präsentationstechnik (zwei Räume). Die Renovierung der naturwissenschaftlichen Fachräume wurde durch die Stadt Haltern in den letzten Jahren vorangetrieben. In der Schule steht ein flächendeckendes W-LAN zur Verfügung. Außerdem können mehrere Computerräume, iPads und private Endgeräte genutzt werden.

Wir verfügen über eine relativ umfangreiche Sammlung von Materialien, die die Veranschaulichung von Unterrichtsgegenständen z. B. anhand von Modellen erlaubt. Darüber hinaus werden an verschiedenen Stellen Experimente in den Unterricht integriert.

In Lage der Stadt Haltern im ländlichen Raum ermöglicht ortsnahe Exkursion, wie z.B. den Besuch der Wildpferde in Dülmen, Waldexkursionen, Besichtigungen einer Kläranlage (Dülmen). Weiterhin werden außerschulische Lernorte (z.B. Umweltpädagogische Station Heidhof in Bottrop-Kirchhellen, Alfred Krupp Schülerlabor der Ruhr-Universität Bochum) besucht. Hiermit versuchen wir, Lerninhalte lebendig und durch die direkte Begegnung anschaulich für Schülerinnen und Schüler zu gestalten.

Tierische Begleiter des Unterrichtes sind: eine Kornnatter und diverse Fische.

2.3 Funktionsinhaber*innen im Schuljahr 2025/26:

Fachkoordinator*in: Dr. Markus Walz

Fachvorsitzende/r: Birgit Voß

Sammlungsleitung: Dr. Markus Walz

2.4 Lehrwerk

Sekundarstufe II:

Bioskop (Westermann)

Stand: 19.09.2025

3. Unterrichtsvorhaben der Sek II

3.1 Inhalte auf einen Blick

Nachfolgend sind die fachlichen Inhalte der gesamten Oberstufe ausgeführt. Diese sind für die Qualifikationsphase sowohl für den Grund- als auch den Leistungskurs zusammengestellt. Die Bindung der Unterrichtsvorhaben an Halbjahre wurde mit dem neuen Kernlehrplan aufgehoben
Auf einen Blick:

Einführungsphase:	Zelle – Gewebe - Organismus Feinbau der Zelle Biokatalyse Betriebsstoffwechsel und Energieumsatz
Qualifikationsphase 1	<u>Neurobiologie:</u> Erregungsbildung – Erregungsleitung Sinnesorgan – Sinnesfunktion Gehirn- Wahrnehmung – Speicherung Bewegungskontrolle Regelung der Körperfunktion <u>Stoffwechselphysiologie:</u> Energieumwandlung in lebenden Systemen Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen <u>Ökologie:</u> Ökofaktoren der unbelebten Natur <u>Stoffwechselphysiologie:</u> Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie <u>Ökologie:</u> Beziehungen zwischen Lebewesen Ökosysteme Mensch und Umwelt <u>Genetik und Evolution:</u> Klassische Genetik, Cytogenetik und Humangenetik Angewandte (molekulare) Genetik Fortpflanzung und Entwicklung Ursachen der Evolution Ergebnisse der Evolution Evolution des Menschen Geschichte des Lebens
Qualifikationsphase 2	

Der aktuelle Kernlehrplan (vom 31.05.2022) ist hier zu finden:

<https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-s-ii/gymnasiale-oberstufe-neue-klp/index.html>

Die aktuellen Abiturvorgaben sind unter dem nachfolgenden Link zu finden:

[Standardsicherung NRW - Zentralabitur GOST - Zentralabitur in der gymnasialen Oberstufe](#)

Die besonders für die Klausuren (ab Abitur 2025) relevanten Operatoren sind unter dem nachfolgenden Link zu finden:

<https://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/cms/zentralabitur-gost/faecher/getfile.php?file=5593>

UV 1	<p><u>Inhaltsfeld 1: Zellbiologie</u></p> <p><u>Thema:</u> Aufbau und Funktion der Zelle</p> <p><u>Inhaltliche Schwerpunkte:</u> Aufbau der Zelle, Fachliche Verfahren: Mikroskopie</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) • Informationen erschließen (K) • Informationen aufbereiten (K) 	EF
<p><u>Inhaltliche Aspekte:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mikroskopie • prokaryotische Zelle • eukaryotische Zelle • eukaryotische Zelle: Zusammenwirken von Zellbestandteilen, Kompartimentierung, Endosymbiontentheorie • Vielzeller: Zelldifferenzierung und Arbeitsteilung 	<p><u>Mögliche Leitfragen / Sequenzierung:</u></p> <p>Welche Strukturen können bei prokaryotischen und eukaryotischen Zellen mithilfe verschiedener mikroskopischer Techniken sichtbar gemacht werden? (ca. 6 Ustd.)</p> <p>Wie ermöglicht das Zusammenwirken der einzelnen Zellbestandteile die Lebensvorgänge in einer Zelle? (ca. 6 Ustd.)</p> <p>Welche Erkenntnisse über den Bau von Mitochondrien und Chloroplasten stützen die Endosymbiontentheorie? (ca. 2 Ustd.)</p> <p>Welche morphologischen Anpassungen weisen verschiedene Zelltypen von Pflanzen und Tieren in Bezug auf ihre Funktionen auf? (ca. 6 Ustd.)</p> <p>Welche Vorteile haben einzellige und vielzellige Organisationsformen? (ca. 4 Ustd.)</p>	

<ul style="list-style-type: none"> • erläutern theoriegeleitet den prokaryotischen Ursprung von Mitochondrien und Chloroplasten (E9, K7). • analysieren differenzierte Zelltypen mithilfe mikroskopischer Verfahren (S5, E7, E8, E13, K10). • vergleichen einzellige und vielzellige Lebewesen und erläutern die jeweiligen Vorteile ihrer Organisationsform (S3, S6, E9, K7, K8). 	<p>Funktion) auch im Hinblick auf gegenläufige Stoffwechselprozesse (S5)</p> <p><i>Kontext:</i></p> <p>Mitochondrien und Chloroplasten – Nachfahren von Prokaryoten?</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyse der Besonderheiten von Mitochondrien und Chloroplasten (äußere und innere Membran, Vermehrung durch Teilung, Genom, Ribosomen) unter Einbezug proximaler Erklärungen und Vergleich mit prokaryotischen Systemen (E9, K7) • modellhafte Darstellung des hypothetischen Ablaufs unter Fokussierung auf der Herkunft der Doppelmembran sowie der Aspekte einer Endosymbiose (E9) • ultimate Erklärung des prokaryotischen Ursprungs der Mitochondrien und Chloroplasten mithilfe der Endosymbiontentheorie (K7) <p><i>Kontext:</i></p> <p>Lichtmikroskopie von differenzierten Tier- und Pflanzenzellen in Geweben</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mikroskopie von Fertigpräparaten verschiedener Tierzellen im Gewebeverband: Muskelzellen, Nervenzellen, Drüsenzellen (E7, E8) • Herstellung von Präparaten und Mikroskopie von ausdifferenzierten Pflanzenzellen: Blattgewebe, Leitgewebe, Festigungsgewebe, Brennhaar (E8) • Analyse der Angepasstheiten von verschiedenen Laubblättern (Blattquerschnitte von Sonnen- und Schattenblättern, Kiefernadeln, Maisblatt) im Hinblick auf Fotosynthese und Transpiration (K10) • Anfertigung wissenschaftlicher Zeichnungen zur Dokumentation und Interpretation der beobachteten Strukturen unter Berücksichtigung der Angepasstheit der Zelltypen (Basiskonzept Struktur und Funktion) und Vergleich mit Fotografien (E13) • Reflexion der Systemebenen (Zelle, Gewebe, Organ, Organismus) unter Bezug zur Zelldifferenzierung bei der Bildung von Geweben (Basiskonzept Individuelle und evolutive Entwicklung) (S5) <p><i>Kontext:</i></p> <p>Vielfalt der Organisationsformen von Lebewesen</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p>
---	--

	<ul style="list-style-type: none"> • Differenzierung zwischen unterschiedlichen Systemebenen: Moleküle – Zelle – Gewebe – Organ – Organismus (S6) • Erläuterung der unterschiedlichen Organisationsformen innerhalb der <i>Chlamydomonadales</i> (Grünalgen-Reihe) und Ableitung der Eigenschaften von Vielzellern (Arbeitsteilung, Kommunikation, Fortpflanzung) anhand von <i>Volvox</i> (S3, E9) • fakultativ: Differenzierung der Begriffe Einzeller / Bakterien und Darstellung der Vielfalt der Bakterien hinsichtlich der Anpassungen ihres Stoffwechsels an unterschiedliche Lebensräume • Diskussion der Vorteile verschiedener Organisationsformen bei Berücksichtigung der Unterschiede zwischen proximat und ultimat Erklärungen sowie funktionalen und kausalen Erklärungen (K7, K8)
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen / Leistungsbewertung:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Ggf. kriteriengeleitete Bewertung von Kurzvorträgen und/oder der Plakatgestaltung • eine Klausur pro Halbjahr 	
<p style="text-align: center;"><i>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</i></p> <p>Lehrwerk: Bioskop BiBox (Westermann)</p>	

<h1 style="margin: 0;">UV</h1> <h2 style="margin: 0;">2</h2>	<p><u>Inhaltsfeld 1: Zellbiologie</u></p> <p><u>Thema:</u> Biomembranen</p> <p><u>Inhaltliche Schwerpunkte:</u> Biochemie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von osmotischen Vorgängen</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) 	<h1 style="margin: 0;">EF</h1>
<u>Inhaltliche Aspekte:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Stoffgruppen: Kohlenhydrate, Lipide, Proteine 	<u>Mögliche Leitfragen / Sequenzierung:</u> <p>Wie hängen Strukturen und Eigenschaften der Moleküle des Lebens zusammen?</p>	

<ul style="list-style-type: none"> • Biomembranen: Transport, Prinzip der Signaltransduktion, Zell-Zell-Erkennung • physiologische Anpassungen: Homöostase • Untersuchung von osmotischen Vorgängen 	<p>(ca. 5 Ustd.)</p> <p>Wie erfolgte die Aufklärung der Struktur von Biomembranen und welche Erkenntnisse führten zur Weiterentwicklung der jeweiligen Modelle? (ca. 6 Ustd.)</p> <p>Wie können Zellmembranen einerseits die Zelle nach außen abgrenzen und andererseits doch durchlässig für Stoffe sein? (ca. 8 Ustd.)</p> <p>Wie können extrazelluläre Botenstoffe, wie zum Beispiel Hormone, eine Reaktion in der Zelle auslösen? (ca. 2 Ustd.)</p> <p>Welche Strukturen sind für die Zell-Zell-Erkennung in einem Organismus verantwortlich? (ca. 1 Ustd.)</p> <p>Zeitbedarf: ca. 22 Stunden à 45 Minuten</p>
<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Schülerinnen und Schüler...</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 	<p><u>Didaktische-methodische Anmerkungen, verbindliche Absprachen:</u></p> <p><i>Kontext:</i> Moleküle des Lebens – biochemische Grundlagen für die Erklärung zellulärer Phänomene <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung von Vorwissen aus der Chemie → Sek I (Elemente, kovalente Bindungen, polare Bindungen, Wasser als polares Molekül, Ionen) • fakultativ: Planung und Durchführung von Experimenten zur Löslichkeit verschiedener Stoffe in Wasser, Ethanol und Waschbenzin zur Ableitung der Begriffsdefinitionen von hydrophil und hydrophob • Erläuterung des Aufbaus und der Eigenschaften von Kohlenhydraten, Lipiden und Proteinen sowie der Nucleinsäuren auch unter Berücksichtigung der Variabilität durch die Kombination von Bausteinen (K6) <p><i>Kontext:</i> Modellentwicklung zum Aufbau von Biomembranen <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ableitung des Modells von Gorter und Grendel aus der Analyse von Erythrocyten-Membranen

Modellierungen an Beispielen dar (E12, E15–17).

- erklären experimentelle Befunde zu Diffusion und Osmose mithilfe von Modellvorstellungen (E4, E8, E10–14).
- erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6).
- erklären die Bedeutung der Homöostase des osmotischen Werts für zelluläre Funktionen und leiten mögliche Auswirkungen auf den Organismus ab (S4, S6, S7, K6, K10).

- Erklärung der Veränderungen zum Sandwich-Modell von Davson und Danielli aufgrund chemischer Analysen und elektronenmikroskopischer Bilder von Zellmembranen
- Erläuterung des Fluid-Mosaik-Modells anhand folgender Analysen durch Singer und Nicolson und Bestätigung durch die Gefrierbruch-Methode sowie Zellfusions-Experimente von Frye und Edidin
- Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der einzelnen Membranmodelle auch anhand selbst hergestellter Membranmodelle (E12)
- Reflektion des Erkenntnisgewinnungsprozesses ausgehend vom technischen Fortschritt der Analyseverfahren und Weiterentwicklung des Membranmodells zum modernen Fluid-Mosaik-Modell (E15–17)

Kontext:

Abgrenzung und Austausch – (k)ein Widerspruch?

zentrale Unterrichtssituationen:

- Hypothesengeleitete Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten zu Diffusion und Osmose, sodass ausgehend von der Beschreibung der Phänomene anhand von Modellvorstellungen zum Aufbau von Biomembranen die experimentellen Befunde erklärt werden können (E4, E8)
- Einbezug von Experimenten zur Diffusion, zur qualitativen und quantitativen Ermittlung von Daten zur Osmose, zur mikroskopischen Analyse osmotischer Prozesse bei in pflanzlichen Geweben (E10, E11, E14)
- Erläuterung von Modellvorstellungen zu verschiedenen Transportprozessen durch Biomembranen unter Berücksichtigung von Kanalproteinen, Carrierproteinen und Transport durch Vesikel (S7, E12, E13)
- Ableitung der Eigenschaften der Transportsysteme auch im Hinblick auf energetische Aspekte (aktiver und passiver Transport) (S5, K6)
- Erläuterung der Bedeutung zellulärer Transportsysteme am Beispiel von Darmepithelzellen, Drüsenzellen und der Blut-Hirn-Schranke (S6, S7)
- Diskussion der Bedeutung der Osmoregulation für Einzeller in Süß- bzw. Salzwasser unter Bezugnahme auf das Basiskonzept Steuerung und Regelung (Prinzip der Homöostase bei der Osmoregulation) und Anwendung auf die Homöostase bei der Osmoregulation von Süß- und Salzwasserfischen (S4, S7, K10)

Kontext:

Signaltransduktion am Beispiel des Hormons Insulin

zentrale Unterrichtssituationen:

<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6). 	<ul style="list-style-type: none"> • Aktivierung von Vorwissen aus der → Sek I zur Wirkung des Hormons Insulin auf die Glucosekonzentration im Blut • Erläuterung des Schlüssel-Schloss-Prinzips am Beispiel der Bindung des Insulins an den Insulinrezeptor und Erarbeitung der Signaltransduktion sowie der ausgelösten Signalkette in der Zielzelle (S2, S5) • Ableitung der Auswirkungen des Insulins auf die Glucosekonzentration im Blut unter Berücksichtigung des Basiskonzepts Information und Kommunikation (Prinzip der Signaltransduktion an Zellmembranen) (S6, S7) <p><i>Kontext:</i></p> <p>Organtransplantation</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aktivierung von Vorwissen aus der → Sek I zur Immunantwort auf körperfremde Organe • Ableitung der Vielzahl von Oberflächenstrukturen einer Zelle aufgrund der Variationsmöglichkeiten von Glykolipiden und Glykoproteinen und Erklärung der Spezifität dieser Oberflächenstrukturen (S2) • Erläuterung der Möglichkeiten der Zell-Zell-Erkennung aufgrund spezifischer Bindung von Oberflächenstrukturen nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip und Unterscheidung zwischen körpereigenen und körperfremden Oberflächenstrukturen (S5, S7) • Diskussion der Bedeutung von Zell-Zell-Erkennung in Bezug auf Reaktionen des Immunsystems sowie die Bildung von Zellkontakten in Geweben unter Berücksichtigung der Basiskonzepte Struktur und Funktion sowie Information und Kommunikation (S5, K6)
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen / Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ggf. Kriteriengeleitete Bewertung von Kurzvorträgen und/oder der Plakatgestaltung • eine Klausur pro Halbjahr 	
<p style="text-align: center;"><i>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Lehrwerk: Bioskop BiBox (Westermann) 	

UV	<p><u>Inhaltsfeld 1: Zellbiologie</u></p> <p><u>Thema: Mitose, Zellzyklus und Meiose</u></p>	EF
----	---	----

3

Inhaltliche Schwerpunkte: Genetik der Zelle, Fachliche Verfahren: Analyse von Familienstammbäumen

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)
- Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)
- Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)
- Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)

<p><u>Inhaltliche Aspekte:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mitose: Chromosomen, Cytoskelett • Zellzyklus: Regulation • Karyogramm: Genommutationen, Chromosomenmutationen • Meiose • Rekombination • Analyse von Familienstammbäumen 	<p><u>Mögliche Leitfragen / Sequenzierung:</u></p> <p>Wie verläuft eine kontrollierte Vermehrung von Körperzellen? (ca. 6 Ustd.)</p> <p>Wie kann unkontrolliertes Zellwachstum gehemmt werden und welche Risiken sind mit der Behandlung verbunden? (ca. 2 Ustd.)</p> <p>Welche Ziele verfolgt die Forschung mit embryonalen Stammzellen und wie wird diese Forschung ethisch bewertet? (ca. 4 Ustd.)</p> <p>Nach welchem Mechanismus erfolgt die Keimzellbildung und welche Mutationen können dabei auftreten? (ca. 6 Ustd.)</p> <p>Inwiefern lassen sich Aussagen zur Vererbung genetischer Erkrankungen aus Familienstammbäumen ableiten? (ca. 4 Ustd.)</p> <p>Zeitbedarf: ca. 22 Stunden à 45 Minuten</p>
<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Schülerinnen und Schüler...</p>	<p><u>Didaktische-methodische Anmerkungen, verbindliche Absprachen:</u></p> <p><i>Kontext:</i></p>

- erklären die Bedeutung der Regulation des Zellzyklus für Wachstum und Entwicklung (S1, S6, E2, K3).

- begründen die medizinische Anwendung von Zellwachstumshemmern (Zytostatika) und nehmen zu den damit verbundenen Risiken Stellung (S3, K13, B2, B6–9).

Wachstum bei Vielzellern geschieht durch Zellvermehrung und Zellwachstum

zentrale Unterrichtssituationen:

- Reaktivierung von Vorwissen zur Mitose und zum Zellzyklus (→ Sek I)
- fakultativ: Mikroskopieren von Präparaten einer Wurzelspitze von *Allium cepa*, Vergleich von Chromosomenanordnungen im Zellkern mit modellhaften Abbildungen, Schätzung der Häufigkeit der verschiedenen Phasen (Mitose und Interphase) im Präparat
- Erläuterung der Phasen des Zellzyklus, dabei Fokussierung auf die Entstehung genetisch identischer Tochterzellen. Berücksichtigung des Basiskonzepts Struktur und Funktion: Abhängigkeit der Chromatin-Struktur von der jeweiligen Funktion
- Erstellung eines Schemas zum Zellzyklus als Kreislauf mit Darstellung des Übergangs von Zellen in die G₀-Phase. Dabei Unterscheidung der ruhenden Zellen und Beachtung unterschiedlich langer G₀-Phasen verschiedener Zelltypen: nie wieder sich teilende Zellen (wie Nervenzellen) und Zellen, die z. B. nach Verletzung wieder in die G₁-Phase zurückkehren können
- Erläuterung der Regulation des Zellzyklus durch Signaltransduktion: Wachstumsfaktor und wachstumshemmender Faktor wirken an bestimmten Kontrollpunkten des Zellzyklus. (Basiskonzept: Information und Kommunikation), Berücksichtigung des Basiskonzepts Steuerung und Regelung: Kontrolle des Zellzyklus
- fakultativ: Bedeutung der Apoptose (programmierter Zelltod)

Kontext:

Behandlung von Tumoren mit Zytostatika

zentrale Unterrichtssituationen:

- Definition des Krankheitsbildes Krebs und Bedeutung von Tumoren
- Recherche zu einem Zytostatikum und Erstellung eines Infoblattes mit Wirkmechanismus und Nebenwirkungen zur Erläuterung der Wirkungsweise (das Infoblatt sollte auch fachübergreifende Aspekte beinhalten)
- 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)

<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). 	<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) <p><i>Kontext:</i></p> <p>Familienfoto zeigt phänotypische Variabilität unter Geschwistern</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Aktivierung des Vorwissens zu genetischer Verschiedenheit homologer Chromosomen Modellhafte Darstellung der Rekombinationsmöglichkeiten durch Reduktionsteilung und Befruchtung, Klärung des Zusammenhangs zwischen Meiose und Erbgang, dabei Berücksichtigung der verschiedenen Systemebenen Problematisierung der phänotypischen Ausprägung bei Heterozygotie <p><i>Kontext:</i></p> <p>Familienberatung mithilfe der Analyse eines Familienstammbaums zu einem genetisch bedingten Merkmal</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Aktivierung von Vorwissen: Regeln der Vererbung (Gen- und Allelbegriff, Familienstammbäume) (→Sek D) Analyse von Familienstammbäumen, dabei Beachtung der Schritte der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung Ermittlung der Wahrscheinlichkeit für eine Erkrankung in Abhängigkeit des Genotyps der Eltern auf Grundlage der Möglichkeiten interchromosomaler Rekombination
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen / Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Ggf. Kriteriengeleitete Bewertung von Kurzvorträgen und/oder der Plakatgestaltung eine Klausur pro Halbjahr 	
<p style="text-align: center;"><i>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</i></p> <p>Lehrwerk: Bioskop BiBox (Westermann)</p>	

UV 4	<u>Inhaltsfeld 1: Zellbiologie</u> <u>Thema: Energie, Stoffwechsel und Enzyme</u> <u>Inhaltliche Schwerpunkte: Physiologie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von Enzymaktivitäten</u> Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: <ul style="list-style-type: none"> • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Informationen aufbereiten (K) 	EF
<u>Inhaltliche Aspekte:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Anabolismus und Katabolismus • Energieumwandlung: ATP-ADP-System • Energieumwandlung: Redoxreaktionen • Enzyme: Kinetik • Untersuchung von Enzymaktivitäten • Enzyme: Regulation 	<u>Mögliche Leitfragen / Sequenzierung:</u> Welcher Zusammenhang besteht zwischen aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel in einer Zelle stofflich und energetisch? (ca. 12 Ustd.) Wie können in der Zelle biochemische Reaktionen reguliert ablaufen? (ca. 12 Ustd.) Zeitbedarf: ca. 24 Stunden à 45 Minuten	
Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Schülerinnen und Schüler... <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Bedeutung des ATP-ADP-Systems bei auf- und abbauenden Stoffwechselprozessen (S5, S6). 	<u>Didaktische-methodische Anmerkungen, verbindliche Absprachen:</u> <i>Kontext:</i> „Du bist, was du isst“ – Umwandlung von Nahrung in körpereigene Substanz <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Aktivierung von Vorwissen (→ Sek I, EF.1) durch Analyse einer Nährwerttabelle: Zusammenhang zwischen Nahrungsbestandteilen und Zellinhaltsstoffen • Erstellung eines vereinfachten Schemas zum katabolen und anabolen Stoffwechsel, dabei Verdeutlichung des energetischen Zusammenhangs von abbauenden (exergonischen) und aufbauenden (endergonischen) Stoffwechselwegen, dabei Berücksichtigung der Abgrenzung von Alltags- und Fachsprache • Verdeutlichung des Grundprinzips der energetischen Kopplung durch Energieüberträger • Erläuterung des ATP-ADP-Systems unter Verwendung einfacher Modellvorstellungen: ATP als Energieüberträger 	

Kontext:

„Chemie in der Zelle“ – Redoxreaktionen ermöglichen den Aufbau und Abbau von Stoffen

zentrale Unterrichtssituationen:

- Aktivierung von Vorwissen (→Sek I Chemie): Redoxreaktion als Elektronenübertragungsreaktion, Donator-Akzeptor-Prinzip, Energieumsatz
- Herstellen eines Zusammenhangs von exergonischer Oxidation und Katabolismus sowie endergonischer Reduktion und Anabolismus
- Erläuterung des (NADH+H⁺)-NAD⁺-Systems und die Bedeutung von Reduktionsäquivalenten für den Stoffwechsel
- Vervollständigung des Schaubildes zum Zusammenhang von abbauendem und aufbauendem Stoffwechsel durch Ergänzung des (NADH+H⁺)-NAD⁺-Systems und des ATP-ADP-Systems. Dabei Herausstellung des Recyclings der Trägermoleküle und der Kopplung von Stoffwechselreaktionen

Kontext:

Enzyme ermöglichen Reaktionen bei Körpertemperatur.

zentrale Unterrichtssituationen:

- Demonstrationsexperiment zur Verbrennung eines Zuckerwürfels mit und ohne Asche.
- Definition des Katalysators und Veranschaulichung der Wirkung im Energiediagramm.
- Erarbeitung der Merkmale von Enzymen als Proteine (→ EF.1) mit spezifischer Raumstruktur und ihrer Eigenschaft als Biokatalysatoren
- Herstellen des Zusammenhangs mit Stoffwechselreaktionen im Organismus und Hervorheben der Bedeutung von kontrollierter Stoffumwandlung durch Zerlegung in viele Teilschritte
- Erarbeitung des Prinzips von Enzymreaktionen, dabei Berücksichtigung von Enzymeigenschaften wie Spezifität und Sättigung und Berücksichtigung des Schlüssel-Schloss-Prinzips (Basiskonzept Struktur und Funktion)
- Entwicklung einer Modellvorstellung als geeignete Darstellungsform (E12, K9)

Kontext:

Die Enzymaktivität ist abhängig von Umgebungsbedingungen.

zentrale Unterrichtssituationen:

<ul style="list-style-type: none"> • erklären die Regulation der Enzymaktivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9). • entwickeln Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von verschiedenen Faktoren und überprüfen diese mit experimentellen Daten (E2, E3, E6, E9, E11, E14). • beschreiben und interpretieren Diagramme zu enzymatischen Reaktionen (E9, K6, K8, K11). • erklären die Regulation der Enzymaktivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9). 	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von der Substratkonzentration (Sättigung) und der Temperatur (RGT-Regel, Denaturierung von Proteinen z.B. bei Fieber), Überprüfung durch Auswertung von Experimenten, wenn möglich selbst durchgeführt (E11, E14) • Anwendung der Kenntnisse zur Enzymaktivität auf die Auswirkungen eines weiteren Faktors wie etwa dem pH-Wert am Beispiel von Verdauungsenzymen • Interpretation grafischer Darstellungen zur Enzymaktivität, hierbei Fokussierung auf die korrekte Verwendung von Fachsprache und Vermeidung von Alltagssprache und ggf. Korrektur finaler Erklärungen (K6, K8) • fakultativ: Enzymaktivität in Abhängigkeit von der Salinität der Umgebung, Bezug zur Homöostase möglich (→ Osmoregulation). <p><i>Kontext:</i> „Alkohol verdrängt Alkohol“: Eine Methanol-Vergiftung kann mit Ethanol behandelt werden. <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Erweiterung der Modellvorstellung zu Enzymen durch die Darstellung der kompetitiven Hemmung (E12) • Erläuterung der Modellvorstellung zur allosterischen Hemmung und Beurteilung von Grenzen der Modellvorstellungen • Erarbeitung der Enzymaktivität durch kompetitive und allosterische Hemmung anhand von Diagrammen (K9) <p>Erläuterung der Aktivierung von Enzymen und die Bedeutung von Cofaktoren, Beschreibung einer Reaktion mit ATP und ggf. NADH+H⁺ als Cofaktor unter Nutzung modellhafter Darstellungen, dabei Rückbezug zur Darstellung des Zusammenhangs von katabolen und anabolen Stoffwechselwegen.</p>
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen / Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ggf. Kriteriengeleitete Bewertung von Kurzvorträgen und/oder der Plakatgestaltung • eine Klausur pro Halbjahr 	
<p style="text-align: center;"><i>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Lehrwerk: Bioskop BiBox (Westermann) 	

<p><u>Inhaltsfeld 2: Neurobiologie</u></p> <p>Thema: Informationsübertragung durch Nervenzellen</p> <p><u>Inhaltliche Schwerpunkte:</u> 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>Q1.1 GK</p>
<p><u>Inhaltliche Aspekte:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bau und Funktionen von Nervenzellen: Ruhepotenzial • Bau und Funktionen von Nervenzellen: Aktionspotenzial • Potenzialmessungen • Bau und Funktionen von Nervenzellen: Erregungsleitung • Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse • Stoffeinwirkung an Synapsen 	<p><u>Mögliche Leitfragen / Sequenzierung:</u></p> <p><i>Wie ermöglicht die Struktur eines Neurons die Aufnahme und Weitergabe von Informationen?</i> (ca. 12 Ustd.)</p> <p><i>Wie erfolgt die Informationsweitergabe zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese beeinflusst werden?</i> (ca. 8 Ustd.)</p> <p>Zeitbedarf: ca. 20 Stunden à 45 Minuten</p>	
<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> • erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, 	<p><u>Didaktische-methodische Anmerkungen, verbindliche Absprachen:</u></p> <p><i>Kontext:</i> Das Neuron: Die spezialisierte Grundeinheit aller Nervensysteme (→ SI, → EF)</p>	

<p>E12).</p> <ul style="list-style-type: none"> entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Aufrechterhaltung und Beeinflussung des Ruhepotenzials (S4, E3). 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 	<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 Darstellung des Zusammenhangs von Struktur und Funktion Aufzeigen der Möglichkeiten und Grenzen eines Neuron-Modells, z. B. durch den Vergleich einer schematischen Abbildung mit Realaufnahmen von Nervenzellen <p><i>Kontext:</i> Nervenzellen unter Spannung: Die Iontheorie 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>) Entwicklung von Hypothesen zur Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials und Erläuterung der Bedeutung von Natrium-Kalium-Ionenpumpen <p>Auswertung eines Experiments zur Beeinflussung des Ruhepotenzials (z. B. USSING-Kammer)</p> <p><i>Kontext:</i> Neuronen in Aktion: Schnelle und zielgerichtete Informationsweiterleitung</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ggf. Einstieg: Reaktionstest mit Lineal Erläuterung der Veränderungen der Ionenverteilung an der Membran beim Wechsel vom Ruhe- zum Aktionspotenzial, 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) Auswertung eines Experiments zur Erforschung oder Beeinflussung des Aktionspotenzials, z. B. durch Blockade der spannungsgesteuerten
---	---

<p>Fragestellungen an (S6, E1–3).</p> <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 	<p>Ionenkanäle</p> <ul style="list-style-type: none"> • ggf. Vertiefung der Kenntnisse zur Informationsweiterleitung durch Bearbeitung der IQB-Aufgabe Schmerzen <p><i>Kontext:</i> Vergleich von sofortigem und langsam einsetzendem Schmerz</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung des Phänomens der unterschiedlich schnellen Schmerzwahrnehmung, Aufstellen einer Forschungsfrage und Hypothesenbildung • modellgestützte Erarbeitung der beiden Erregungsleitungstypen und tabellarische Gegenüberstellung von schnellen Aδ-Fasern und langsameren C-Fasern • Erarbeitung der zwei grundsätzlichen Möglichkeiten einer Steigerung der Weiterleitungsgeschwindigkeit, z. B. anhand einer Datentabelle: Erhöhung des Axondurchmessers (Bsp. <i>Loligo vulgaris</i>) oder Myelinisierung <p><i>Kontext:</i> Funktionsweise von Synapsen und deren Beeinflussung (z. B. durch Botox)</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Modellhafte Darstellung der Funktionsweise einer chemischen Synapse und Überführung in eine andere Darstellungsform, z. B. Erklärfilm oder Fließschema • Vertiefung der Funktion einer neuromuskulären Synapse durch Erarbeitung der Einwirkung von z. B. Botox, Berücksichtigung von Messwerten an einer unbehandelten und einer behandelten Synapse • Zuordnung des möglichen Wirkortes verschiedener exogener Stoffe an der Synapse, etwa am Beispiel der Conotoxine; Ergänzung des Erklärfilms oder Fließschemas <p><i>Kontext:</i> Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung</p>
---	--

zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9).	<i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Vorstellung der Wirkungsweise des Cannabinoids THC
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen / Leistungsbewertung:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Ggf. Kriteriengeleitete Bewertung von Kurzvorträgen und/oder der Plakatgestaltung • zwei Klausuren pro Halbjahr 	
<p style="text-align: center;"><i>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Lehrwerk: Bioskop BiBox (Westermann) • Film: GIDA: Nervensystem II 	

<p><u>Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie</u></p> <p><u>Thema:</u> Energieumwandlung in lebenden Systemen</p> <p><u>Inhaltliche Schwerpunkte:</u> Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) 		<p>Q1.1 GK</p>
<u>Inhaltliche Aspekte:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Energieumwandlung • Energieentwertung • Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel • ATP-ADP-System • Stofftransport 	<u>Mögliche Leitfragen / Sequenzierung:</u> <p><i>Wie wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in nutzbare Energie um?</i> (ca. 5 Ustd.)</p>	

zwischen den Kompartimenten • Chemiosmotische ATP-Bildung	Zeitbedarf: ca. 5 Stunden à 45 Minuten
Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Schülerinnen und Schüler... • stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9).	<u>Didaktische-methodische Anmerkungen, verbindliche Absprachen:</u> <i>Kontext:</i> Leben und Energie - Lebensvorgänge in Zellen können nur mit Energiezufuhr ablaufen. <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> <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 des Modells eines technischen Kraftwerks (z.B. Pumpspeicherkraftwerk) zur Verdeutlichung der Energieumwandlung, dabei Aktivierung von Vorwissen zum Energieerhaltungssatz (→Physik Sek I) • Beschreibung der grundlegenden Funktionsweise des Transmembranproteins ATP-Synthase in lebenden Systemen • Übertragung der Modellvorstellung des Pumpspeicherkraftwerkes auf die Zelle: Die elektrische Energie entspricht der chemischen Energie des ATP, die Turbine entspricht der ATP-Synthase
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen / Leistungsbewertung:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Ggf. Kriteriengeleitete Bewertung von Kurzvorträgen und/oder der Plakatgestaltung • Insgesamt zwei Klausuren pro Halbjahr 	
<i>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Lehrwerk: Bioskop BiBox (Westermann) • Film: GIDA: Stoffwechselphysiologie 	

<u>Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie</u> <u>Thema:</u> Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen	Q1.1 GK
--	--------------------------

<p><u>Inhaltliche Schwerpunkte:</u> 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><u>Inhaltliche Aspekte:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Feinbau Mitochondrium • Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäurezyklus und Atmungskette • Redoxreaktionen • Stoffwechselregulation auf Enzymebene 	<p><u>Mögliche Leitfragen / Sequenzierung:</u></p> <p><i>Wie kann die Zelle durch den schrittweisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen?</i> (ca. 6 Ustd.)</p> <p><i>Wie beeinflussen Nahrungsergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel?</i> (ca. 5 Ustd.)</p> <p>Zeitbedarf: ca. 11 Stunden à 45 Minuten</p>
<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Schülerinnen und Schüler...</p> <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><u>Didaktische-methodische Anmerkungen, verbindliche Absprachen:</u></p> <p><i>Kontext:</i> Keine Power ohne Nahrung – Bei heterotrophen Organismen ist die ATP-Synthese an die Oxidation von Nährstoffmolekülen gekoppelt.</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung des Vorwissens zum Feinbau von Mitochondrien und Skizze eines Schaubildes mit den wesentlichen Schritten der Zellatmung und deren Verortung in Zellkompartimenten, sukzessive Ergänzung des Schaubildes im Verlauf des Unterrichts (K9) • 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

<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 unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1–4, B5, B7, B9). 	<p>oxidative Decarboxylierung und die Prozesse im Tricarbonsäurezyklus, dabei Fokussierung auf die Reaktionen, in denen Reduktionsäquivalente und ATP gebildet werden</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufstellung einer Gesamtbilanz aus den ersten drei Schritten und Abgleich mit der Bruttogleichung der Zellatmung <p>Hinweis: Strukturformeln der Zwischenprodukte müssen nicht reproduziert werden können.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Veranschaulichung des Elektronentransports in der Atmungskette und des Protonentransports durch die Membran anhand einer vereinfachten Darstellung (K9) • Analyse der Bedeutung der Verfügbarkeit von Sauerstoff als Endakzeptor der Elektronen und $\text{NADH}+\text{H}^+$ als Elektronendonator zur Aufrechterhaltung des Protonengradienten • Vervollständigung des Übersichtsschemas und Aufstellen einer Gesamtbilanz der Zellatmung (K9) <p><i>Kontext:</i></p> <p>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 als Nahrungsergänzungsmittel (NEM) • angeleitete Recherche zu NEM beim Sport, hierbei besondere Fokussierung auf Quellenherkunft und Intention der Autoren (K4) • Bewertungsprozess: Abwägung von Handlungsoptionen und kriteriengeleitete Meinungsbildung sowie Entscheidungsfindung (B9)
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen / Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ggf. Kriteriengeleitete Bewertung von Kurzvorträgen und/oder der Plakatgestaltung • Insgesamt zwei Klausuren pro Halbjahr 	
<p style="text-align: center;"><i>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Lehrwerk: Bioskop BiBox (Westermann) • Arbeitsblätter • Film: GIDA 	

<p><u>Inhaltsfeld 4: Ökologie</u></p> <p><u>Thema:</u> Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen</p> <p><u>Inhaltliche Schwerpunkte:</u> Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Fachliches Verfahren: Erfassung ökologischer Faktoren 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>Q1.1 - Q1.2 GK</p>
<p><u>Inhaltliche Aspekte:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren. • Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven • Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz, • Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische Potenz • Ökologische Nische • Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen, • Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative 	<p><u>Mögliche Leitfragen / Sequenzierung:</u></p> <p><i>Welche Forschungsgebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Ökologie?</i> (ca. 3 Ustd.)</p> <p><i>Inwiefern bedingen abiotische Faktoren die Verbreitung von Lebewesen?</i> (ca. 5 Ustd.)</p> <p><i>Welche Auswirkungen hat die Konkurrenz um Ressourcen an realen Standorten auf die Verbreitung von Arten?</i> (ca. 5 Ustd.)</p> <p><i>Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden?</i> (ca. 3 Ustd.)</p>	

<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). <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>auf die Situation im Freiland (E13)</p> <p><i>Kontext:</i> Vergleich der Standortbedingungen für ausgewählte Arten in Mono- und Mischkultur</p> <p><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) <p>Herausstellen der Mehrdimensionalität des Nischenmodells und der ultimativen Erklärung der Einnischung (K7, E17)</p> <p><i>Kontext:</i> Fettwiese oder Magerrasen? – Zeigerpflanzen geben Aufschluss über den Zustand von Ökosystemen</p> <p><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) • 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)
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen / Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ggf. Kriteriengeleitete Bewertung von Kurzvorträgen und/oder der Plakatgestaltung • Insgesamt zwei Klausuren pro Halbjahr 	

Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden

- Lehrwerk: Bioskop BiBox (Westermann)
- GIDA-Medien
- Arbeitsblätter

Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie

Thema: Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie

Inhaltliche Schwerpunkte:

Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Fachliches Verfahren: Erfassung Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel,
 Fachliche Verfahren: Chromatografie

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Biologische Sachverhalte betrachten (S)
- Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)
- Informationen aufbereiten (K)

Q1.2
GK

Inhaltliche Aspekte:

- Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren
- Funktionale Anpassungen: Blattaufbau
- Funktionale Anpassungen: Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, Feinbau Chloroplast
- Chromatografie
- Chemiosmotische ATP-Bildung

Mögliche Leitfragen / Sequenzierung:

- Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von Pflanzen abhängig?***
(ca. 4 Ustd.)
- Welche Blattstrukturen sind für die Fotosynthese von Bedeutung?***
(ca. 4 Ustd.)
- Welche Funktionen haben Fotosynthesepigmente?***
(ca. 3 Ustd.)

<ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen, • Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration • Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel 	<p>Wie erfolgt die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie? (ca. 7 Ustd.)</p> <p>Zeitbedarf: ca. 18 Stunden à 45 Minuten</p>
<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> • analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11). • erklären funktionale Anpassungen an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4, S5, S6, E3, K6–8). 	<p><u>Didaktische-methodische Anmerkungen, verbindliche Absprachen:</u></p> <p><i>Kontext:</i> Solarenergie sichert unsere Ernährung – Pflanzen sind Selbstversorger und Primärproduzenten</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung der Bruttogleichung der Fotosynthese (→ Sek I) und Beschreibung der Stärke- und Sauerstoffproduktion als ein Maß für die Fotosyntheseaktivität. • Messung der Sauerstoffproduktion bei der Wasserpest, z. B. mithilfe einer Farbreaktion oder bei Efeu], dabei Variation der äußeren Faktoren und Berücksichtigung der Variablenkontrolle (E6) • Auswertung der Ergebnisse, Abgleich mit Literaturwerten und Rückbezug auf Hypothesen (E 9–11) <p><i>Kontext:</i> 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 (→EF), 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 • Mikroskopie eines Abziehpräparats der unteren Blattepidermis und Hypothesenbildung zur Regulation des Gasaustausches und der Transpiration durch Schließzellen [3] • Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zu Anpassungen von Sonnen- und Schattenblättern (E3), Auswertung von Daten zur Fotosyntheserate

<ul style="list-style-type: none"> • erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13). • erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der Fotosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht (S2, S7, E2, K9). 	<ul style="list-style-type: none"> • ggf. Korrektur finaler Erklärungen der Angepasstheiten (K7) <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) • Wiederholung des Feinbaus eines Chloroplasten und Verortung der Pigmente in der Thylakoidmembran • Reflexion des Erkenntnisgewinnungsprozesses (z.B. Einsatz analytischer Verfahren, historischer Experimente und Modelle) (E13) <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"> • Erstellung eines Übersichtsschemas für die Fotosynthese mit einer Unterteilung in Primärreaktion und Sekundärreaktion unter Berücksichtigung der Energieumwandlung von Lichtenergie in ATP und der Bildung von Glucose unter ATP-Verbrauch (K9) • Erläuterung der wesentlichen Vorgänge in der Lichtreaktion (Fotolyse des Wassers, Elektronentransport und Bildung von NADPH+ H⁺) anhand eines einfachen Schaubildes, Reaktivierung der Kenntnisse zur chemiosmotischen ATP-Bildung • 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 • Vervollständigung des Übersichtsschemas zur Veranschaulichung des stofflichen und energetischen Zusammenhangs der Teilreaktionen • Darstellung des Zusammenwirkens von Chloroplasten und Mitochondrien in einer Pflanzenzelle für die
---	--

	Aufrechterhaltung der Lebensvorgänge in einer Pflanzenzelle
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen / Leistungsbewertung:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> • Ggf. Kriteriengeleitete Bewertung von Kurzvorträgen und/oder der Plakatgestaltung • Insgesamt zwei Klausuren pro Halbjahr 	
<i>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Lehrwerk: Bioskop BiBox (Westermann) • Arbeitsblätter • Film: GIDA: Fotosynthese 	

<p><u>Inhaltsfeld 4: Ökologie</u></p> <p><u>Thema:</u> Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften</p> <p><u>Inhaltliche Schwerpunkte:</u> 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) • Informationen aufbereiten (K) • Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K) • Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B) 	<p>Q1.2 GK</p>
<p><u>Inhaltliche Aspekte:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Interspezifische Beziehungen: Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen • Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität 	<p><u>Mögliche Leitfragen / Sequenzierung:</u></p> <p><i>In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar?</i> (ca. 5 Ustd.)</p> <p><i>Wie können Aspekte der Nachhaltigkeit im Ökosystemmanagement verankert werden?</i> (ca. 4 Ustd.)</p>

	Zeitbedarf: ca. 9 Stunden à 45 Minuten
<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6-K8). erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10). 	<p><u>Didaktische-methodische Anmerkungen, verbindliche Absprachen:</u></p> <p><i>Kontext:</i> Gut vernetzt – Wechselwirkungen in Biozöosen</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Beschreibung der charakteristischen Merkmale von Konkurrenz (→ UV1 Ökologie), Räuber-Beute-Beziehung, Parasitismus, Mutualismus und Symbiose an aussagekräftigen Beispielen. Ggf. Präsentationen zu den Wechselwirkungen unter Berücksichtigung der Fachsprache und der Unterscheidung von funktionalen und kausalen Erklärungen (K6, K8) Analyse der Angepasstheiten ausgewählter interagierender Arten auf morphologischer und physiologischer Ebene, z. B. bei Symbiose (K7) Analyse von Daten zu Wechselwirkungen und Bildung von Hypothesen zur vorliegenden Beziehungsform [1], Reflexion der Datenerfassung (z. B. Diskrepanz zwischen Labor- und Freilandbedingungen, Methodik) (E9) <p><i>Kontext:</i> Pestizideinsatz in der Landwirtschaft</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Analyse eines Fallbeispiels zur chemischen Schädlingsbekämpfung mit Pestizideinsatz (K12) Erläuterung des Konflikts zwischen ökonomisch rentabler Umweltnutzung und Biodiversitätsschutz beim Einsatz von Pestiziden in der Landwirtschaft und Diskussion von Handlungsoptionen als Privatverbraucher (K14, B2, B5, B10)
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen / Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Ggf. Kriteriengeleitete Bewertung von Kurzvorträgen und/oder der Plakatgestaltung Insgesamt zwei Klausuren pro Halbjahr 	
<p style="text-align: center;"><i>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Lehrwerk: Bioskop BiBox (Westermann) 	

- GIDA-Medien
- Arbeitsblätter

<p><u>Inhaltsfeld 4: Ökologie</u></p> <p>Thema: Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte: 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>Q1.2 GK</p>
<p><u>Inhaltliche Aspekte:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz • Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf • Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts 	<p><u>Mögliche Leitfragen / Sequenzierung:</u></p> <p><i>In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften durch Energiefluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbindung?</i> (ca. 4 Ustd.)</p> <p><i>Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant?</i> (ca. 2 Ustd.)</p> <p><i>Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit</i></p>	

	<p><i>welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden?</i> (ca. 3 Ustd.)</p> <p>Zeitbedarf: ca. 9 Stunden à 45 Minuten</p>
<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> • analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5). 	<p><u>Didaktische-methodische Anmerkungen, verbindliche Absprachen:</u></p> <p><i>Kontext:</i> Nahrungsbeziehungen und ökologischer Wirkungsgrad</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung der Kenntnisse zu Nahrungsnetzen und Trophieebenen (→ SI) 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 • Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der modellhaften Darstellungen (E12) • ggf. Anwendung der erworbenen Kenntnisse am Beispiel des Flächen- und Energiebedarfs für die Fleischproduktion auf Grundlage von Untersuchungsbefunden (E14) <p><i>Kontext:</i> Kohlenstoffkreislauf und Klimaschutz</p> <p><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) • Unterscheidung von langfristigem und kurzfristigem Kohlenstoffkreislauf und Erläuterung der Umweltschädlichkeit von fossilen Energiequellen in Bezug auf die Erderwärmung (E14)

<ul style="list-style-type: none"> • 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><i>Kontext:</i></p> <p>Aktuelle Debatte um den Einfluss des Menschen auf den Klimawandel</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Angeleitete Recherche zu den geografischen, zeitlichen und sozialen Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffektes sowie zu den beschlossenen Maßnahmen • 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 und hypothetischer Aussagen, die auf einer umfassenden Datenanalyse beruhen (E16)
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen / Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ggf. Kriteriengeleitete Bewertung von Kurzvorträgen und/oder der Plakatgestaltung • Insgesamt zwei Klausuren pro Halbjahr 	
<p style="text-align: center;"><i>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Lehrwerk: Bioskop BiBox (Westermann) bzw. Biosphäre Gesamtband SekII • GIDA-Medien • Arbeitsblätter 	

UV GK-G1: DNA – Speicherung und Expression genetischer Information

Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution

Zeitbedarf: ca. 27 Unterrichtsstunden à 45 Minuten

Inhaltliche Schwerpunkte:

Molekulargenetische Grundlagen des Lebens

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)
- Informationen aufbereiten (K)

<p><u>Inhaltliche Aspekte:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Speicherung und Realisierung genetischer Information: Bau der DNA, semikonservative Replikation, Transkription, Translation • Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Genmutationen • Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung 	<p><u>Mögliche Leitfragen / Sequenzierung:</u></p> <p><i>Wie wird die identische Verdopplung der DNA vor einer Zellteilung gewährleistet? (ca. 4 Ustd.)</i></p> <p><i>Wie wird die genetische Information der DNA zu Genprodukten bei Prokaryoten umgesetzt? (ca. 6 Ustd.)</i></p> <p><i>Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen bei der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten? (ca. 5 Ustd.)</i></p> <p><i>Wie können sich Veränderungen der DNA auf die Genprodukte und den Phänotyp auswirken? (ca. 5 Ustd.)</i></p> <p><i>Wie wird die Genaktivität bei Eukaryoten gesteuert? (ca. 7 Ustd.)</i></p>
<p><u>Konkretisierte Kompetenzerwartungen:</u> Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> • leiten ausgehend vom Bau der DNA das Grundprinzip der semikonservativen Replikation 	<p><u>Didaktische-methodische Anmerkungen, verbindliche Absprachen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • EF-Wissen wird reaktiviert, ein Ausblick auf Neues wird gegeben.

<p>aus experimentellen Befunden ab (S1, E1, E9, E11, K10).</p> <ul style="list-style-type: none"> • erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6). • erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8). • erklären die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren und DNA-Methylierung (S2, S6, E9, K2, K11). 	<ul style="list-style-type: none"> • Wissen über die Replikation wird auf die PCR übertragen und im Kontext des genetischen Fingerabdrucks angewendet sowie die Technik der Gelelektrophorese kennen gelernt • Die einzelnen Schritte der Proteinbiosynthese werden erarbeitet und ihre Regulation betrachtet • Verschiedene Genmutationen sowie auf ihnen beruhende Erbkrankheiten werden besprochen (z.B. Sichelzellanämie, Chorea-Huntington) • Arbeit mit Modellen, z.B. Operon-Modell
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen / Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ggf. Kriteriengeleitete Bewertung von Kurzvorträgen und/oder der Plakatgestaltung • Für alle beiden Unterrichtsvorhaben insgesamt eine Klausur im 2. Halbjahr 	
<p style="text-align: center;"><i>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Lehrwerk: Bioskop BiBox (Westermann) • GIDA-Medien • Arbeitsblätter 	

<p>UV GK-G2: Humangenetik und Gentherapie</p> <p>Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution</p> <p>Zeitbedarf: ca. 8 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Molekulargenetische Grundlagen des Lebens</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) • Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B) 		<p>Q2</p> <p>GK</p>
<p><u>Inhaltliche Aspekte:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie 	<p><u>Mögliche Leitfragen / Sequenzierung:</u></p> <p><i>Welche ethischen Konflikte treten im Zusammenhang mit gentherapeutischen Behandlungen beim Menschen auf? (ca. 4 Ustd.)</i></p>	
<p><u>Konkretisierte Kompetenzerwartungen:</u> Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> • analysieren Familienstammbäume und leiten daraus mögliche Konsequenzen für Gentest und Beratung ab (S4, E3, E11, E15, K14, B8). • bewerten Nutzen und Risiken einer Gentherapie beim Menschen (S1, K14, B3, B7–9, B11). 	<p><u>Didaktische-methodische Anmerkungen, verbindliche Absprachen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • SI-Wissen wird reaktiviert, ein Ausblick auf Neues wird gegeben. • Zentrale Aspekte der Meiose werden wiederholt und geübt. • Schlüsselstellen bei der Keimzellenbildung werden erarbeitet und die theoretisch möglichen Rekombinationsmöglichkeiten werden ermittelt. • Die Auswertungskompetenz bei humangenetischen Stammbäumen wird im Unterricht an mehreren Beispielen geübt. • Prognosen zum Auftreten spezifischer, genetisch bedingter Krankheiten werden für Paare mit Kinderwunsch ermittelt und für (weitere) Kinder begründet angegeben. • 	

	<ul style="list-style-type: none"> • Humangenomprojekt • Gentherapie • Multiperspektivische Betrachtung kontroverser Positionen zur Gendiagnostik • Am Beispiel des Themas „Dürfen Embryonen getötet werden, um Krankheiten zu heilen?“ kann z.B. die Methode einer Dilemma-Diskussion durchgeführt und als Methode reflektiert werden.
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen / Leistungsbewertung:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> • Ggf. Kriteriengeleitete Bewertung von Kurzvorträgen und/oder der Plakatgestaltung • Für alle beiden Unterrichtsvorhaben insgesamt eine Klausur im 2. Halbjahr 	
<i>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Lehrwerk: Bioskop BiBox (Westermann) • GIDA-Medien • Arbeitsblätter 	

<p>UV GK-E1: Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie</p> <p>Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution</p> <p>Zeitbedarf: ca. 13 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Entstehung und Entwicklung des Lebens</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biologische Sachverhalte betrachten (S) • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) 	<p>Q2 GK</p>
--	------------------

Informationen aufbereiten (K)	
<p><u>Inhaltliche Aspekte:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Synthetische Evolutionstheorie: Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift • Synthetische Evolutionstheorie: adaptiver Wert von Verhalten, Kosten-Nutzen-Analyse, reproduktive Fitness • Synthetische Evolutionstheorie: Koevolution 	<p><u>Mögliche Leitfragen / Sequenzierung:</u></p> <p>Wie lassen sich Veränderungen im Genpool von Populationen erklären? (ca. 5 Ustd.)</p> <p>Welche Bedeutung hat die reproduktive Fitness für die Entwicklung von Angepasstheiten? (ca. 2 Ustd.)</p> <p>Wie kann die Entwicklung von angepassten Verhaltensweisen erklärt werden? (ca. 2 Ustd.)</p> <p>Wie lässt sich die Entstehung von Sexualdimorphismus erklären? (ca. 2 Ustd.)</p> <p>Welche Prozesse laufen bei der Koevolution ab? (ca. 2 Ustd.)</p>
<p><u>Konkretisierte Kompetenzerwartungen:</u> Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> • begründen die Veränderungen im Genpool einer Population mit der Wirkung der Evolutionsfaktoren (S2, S5, S6, K7). • erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8). • erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8). 	<p><u>Didaktische-methodische Anmerkungen, verbindliche Absprachen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • z.B. Arbeit mit originalen Textausschnitten aus „Origin of Species“ • z.B. Kurzreferate zu den einzelnen Evolutionstheoretikern • z.B. Exkursion in die Dauerausstellung des Naturkundemuseums Münster • z.B. Radiohörspiel zu Darwins Lebensgeschichte • z.B. Film: Das Leben des Charles Darwin • z.B. Zuordnung von Originalfossilien • z.B. Kurzreferate zu den einzelnen Evolutionsbelegen • z.B. Evolutionsspiel: Der Zufall als Evolutionsfaktor • z.B. Evolutionsspiel: Warum wird der Kabeljau immer kleiner? • z.B. Gruppenpuzzle oder Placemate zu den Selektionsformen • z.B. Partner Puzzle zur Artbildung • z.B. Kurzreferate zu den Isolationsmechanismen • z.B. Internetrecherche
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen / Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ggf. Kriteriengeleitete Bewertung von Kurzvorträgen und/oder der Plakatgestaltung • Für alle beiden Unterrichtsvorhaben insgesamt eine Klausur im 2. Halbjahr 	

<i>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Lehrwerk: Bioskop BiBox (Westermann) • GIDA-Medien • Arbeitsblätter

<p>UV GK-E2: Stammbäume und Verwandtschaft</p> <p>Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution</p> <p>Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte: Entstehung und Entwicklung des Lebens</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) • Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) <p>Informationen aufbereiten (K)</p>	Q2 GK
<p><u>Inhaltliche Aspekte:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Stammbäume und Verwandtschaft: Artbildung, Biodiversität, populationsgenetischer Artbegriff, Isolation • molekularbiologische Homologien, ursprüngliche und abgeleitete Merkmale • Synthetische Evolutionstheorie: Abgrenzung von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen 	<p><u>Mögliche Leitfragen / Sequenzierung:</u></p> <p>Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen? (ca. 4 Ustd.)</p> <p>Welche molekularen Merkmale deuten auf eine phylogenetische Verwandtschaft hin? (ca. 3 Ustd.)</p> <p>Wie lässt sich die phylogenetische Verwandtschaft auf verschiedenen Ebenen ermitteln, darstellen und analysieren? (ca. 4 Ustd.)</p> <p>Wie lassen sich konvergente Entwicklungen erkennen? (ca. 3 Ustd.)</p> <p>Wie lässt sich die Synthetische Evolutionstheorie von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen abgrenzen? (ca. 2 Ustd.)</p>
<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Schülerinnen und Schüler...</p>	<p><u>Didaktische-methodische Anmerkungen, verbindliche Absprachen:</u></p>

<ul style="list-style-type: none"> • erklären Prozesse des Artwandels und der Artbildung mithilfe der Synthetischen Evolutionstheorie (S4, S6, S7, E12, K6, K7). • deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8). • analysieren phylogenetische Stammbäume im Hinblick auf die Verwandtschaft von Lebewesen und die Evolution von Genen (S4, E2, E10, E12, K9, K11). • deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8). • begründen die Abgrenzung der Synthetischen Evolutionstheorie gegen nicht-naturwissenschaftliche Positionen und nehmen zu dieser Stellung (E15–E17, K4, K13, B1, B2, B5). 	<ul style="list-style-type: none"> • z. B. Erstellen eines Stammbaums anhand einer Merkmalsmatrix • z.B. Systematisieren von fossilen Modellschädeln aus verschiedenen Zeitaltern • z.B. Exkursion in den Allwetterzoo Münster, Führung zum Thema „Evolution der Primaten“
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen / Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ggf. Kriteriengeleitete Bewertung von Kurzvorträgen und/oder der Plakatgestaltung • Für alle beiden Unterrichtsvorhaben insgesamt eine Klausur im 2. Halbjahr 	
<p style="text-align: center;"><i>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Lehrwerk: Bioskop BiBox (Westermann) bzw. Biosphäre Gesamtband SekII • GIDA-Medien • Arbeitsblätter 	

	<p><u>Inhaltsfeld 2: Neurobiologie</u></p> <p><u>Thema:</u> Informationsübertragung durch Nervenzellen</p> <p><u>Inhaltliche Schwerpunkte:</u> 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>Q1.1 LK</p>
<p><u>Inhaltliche Aspekte:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bau und Funktionen von Nervenzellen: Ruhepotenzial • Bau und Funktionen von Nervenzellen: Aktionspotenzial • neurophysiologische Verfahren, Potenzialmessungen • Bau und Funktionen von Nervenzellen: Erregungsleitung • Messung von Membranpotenzialen • Störungen des neuronalen Systems • Bau und Funktionen von Nervenzellen: primäre und sekundäre Sinneszelle, Rezeptorpotenzial 	<p><u>Mögliche Leitfragen / Sequenzierung:</u></p> <p><i>Wie kommuniziert der Organismus mit seiner Umwelt (Reiz-Reaktions-Schema)? (ca. 1 Std.)</i></p> <p><i>Wie ermöglicht die Struktur eines Neurons die Aufnahme und Weiterleitung von Informationen?</i> (ca. 15 Ustd.)</p> <p><i>Wie kann ein Membranpotenzial am Axon gemessen werden?</i> (2 Ustd.)</p>	

	<p>Wie kann eine Störung des neuronalen Systems die Informationsweiterleitung beeinflussen (z. B. MS)? (ca. 2 Ustd.)</p> <p>Wie werden Reize aufgenommen und zu Signalen umgewandelt? (ca. 2 Ustd.)</p> <p>Zeitbedarf: ca. 22 Stunden à 45 Minuten</p>
<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Schülerinnen und Schüler...</p> <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 	<p><u>Didaktische-methodische Anmerkungen, verbindliche Absprachen:</u></p> <p><i>Kontext:</i> Das Neuron: Die spezialisierte Grundeinheit aller Nervensysteme (→ SI, → EF)</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 • Darstellung des Zusammenhangs von Struktur und Funktion • Aufzeigen der Möglichkeiten und Grenzen eines Neuron-Modells, z. B. durch den Vergleich einer schematischen Abbildung mit Realaufnahmen von Nervenzellen <p><i>Kontext:</i> 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>) • Entwicklung von Hypothesen zur Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials und Erläuterung der Bedeutung von Natrium-Kalium-Ionenpumpen

<p>Ruhepotenzials (S4, E3).</p> <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 neurophysiologischen Verfahrens dar (S3, E14). • vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an (S6, E1–3). • analysieren die Folgen einer neuronalen Störung aus individueller und gesellschaftlicher Perspektive (S3, K1–4, B2, B6). • erläutern das Prinzip der Signaltransduktion bei primären und sekundären Sinneszellen (S2, K6, K10). 	<ul style="list-style-type: none"> • Auswertung eines Experiments zur Beeinflussung des Ruhepotenzials (z. B. USSING-Kammer) <p><i>Kontext:</i> Neuronen in Aktion: Schnelle und zielgerichtete Informationsweiterleitung</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • ggf. Einstieg: Reaktionstest mit Lineal • 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) • 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 • Messmethoden zur Messung des Membranpotenzials: Patch-Clamp-Methode und ggf. Voltage-Clamp-Methode <p><i>Kontext:</i> Multiple Sklerose als mögliches Beispiel für eine neurodegenerative Erkrankung</p> <p><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) <p><i>Kontext:</i> „Das sieht aber lecker aus!“ – Sinneszellen und ihre adäquaten Reize</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sensibilisierung für die biologischen Voraussetzungen einer Reizaufnahme und die damit verbundenen
---	---

	<p>Einschränkungen der Wahrnehmung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erarbeitung der Entstehung eines Rezeptorpotenzials in einer primären Sinneszelle (z. B. einer Riechsinneszelle), Darstellung der Signaltransduktion, die zur Auslösung von Aktionspotenzialen führt • Vergleich der Funktionsweise mit einer sekundären Sinneszelle, z. B. einer Geschmackssinneszelle • Hypothesenbildung zur Codierung der Reizstärke, Visualisierung der Zusammenhänge zwischen Reizstärke, Rezeptorpotenzial und Frequenz der Aktionspotenziale
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen / Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ggf. Kriteriengeleitete Bewertung von Kurzvorträgen und/oder der Plakatgestaltung • Insgesamt zwei Klausuren pro Halbjahr 	
<p><i>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</i></p>	
<p>Lehrwerk: Bioskop BiBox (Westermann) Film: GIDA: Nervensystem II Arbeitsblätter</p>	
<p> </p>	

	<p><u>Inhaltsfeld 2: Neurobiologie</u></p> <p><u>Thema:</u> Informationsweitergabe über Zellgrenzen</p> <p><u>Inhaltliche Schwerpunkte:</u> Grundlagen der Informationsverarbeitung, Neuronale Plastizität</p> <p><u>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Informationen aufbereiten (K) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) 	<p>Q1.1 LK</p>
<p><u>Inhaltliche Aspekte:</u></p>	<p><u>Mögliche Leitfragen / Sequenzierung:</u></p>	

<ul style="list-style-type: none"> • Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse • Verrechnung: Funktion einer hemmenden Synapse, räumliche und zeitliche Summation • Stoffeinwirkung an Synapsen • Zelluläre Prozesse des Lernens und Gedächtnismodelle • Hormone: Hormonwirkung, Verschränkung hormoneller und neuronaler Steuerung 	<p>Wie erfolgt die Erregungsleitung vom Neuron zur nachgeschalteten Nervenzelle und Muskelzelle und wie kann diese beeinflusst werden? (ca. 8 Ustd.)</p> <p>Wie kann Lernen auf neuronaler Ebene erklärt werden? (ca. 4 Ustd.)</p> <p>Wie wirken neuronales System und Hormonsystem bei der Stressreaktion zusammen? (ca. 2 Ustd.)</p> <p>Zeitbedarf: ca. 14 Stunden à 45 Minuten</p>
<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Schülerinnen und Schüler...</p> <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 zugehörigen neurophysiologischen Verfahrens dar (S3, E14). • erläutern die Bedeutung der Verrechnung von Potenzialen für die Erregungsleitung (S2, K11). 	<p><u>Didaktische-methodische Anmerkungen, verbindliche Absprachen:</u></p> <p><i>Kontext:</i> Funktionsweise von Synapsen und deren Beeinflussung (z. B. durch Botox) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Modellhafte Darstellung der Funktionsweise einer erregenden chemischen Synapse (z. B. cholinerge Synapse) • Vertiefung der Funktion einer neuromuskulären Synapse durch Erarbeitung der Einwirkung von z. B. Botox, Berücksichtigung von Messwerten an einer unbehandelten und behandelten Synapse <p><i>Kontext:</i> Neurotransmitter mit unterschiedlicher Wirkung <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Vergleich von erregender und hemmender Synapse sowie Verrechnung von EPSP und IPSP (z. B. anhand des Modells einer Glühlampe, die abhängig vom Füllstand der leitenden Flüssigkeit leuchtet) • Auswertung von Potenzialdarstellungen hinsichtlich der Verrechnung von Potenzialen • ggf. Einsatz der Lernaufgabe z.B., „Giftcocktail von Meeresschnecken“ zur Vertiefung der Stoffeinwirkung an Synapsen

<ul style="list-style-type: none"> • nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9). • erläutern die synaptische Plastizität auf der zellulären Ebene und leiten ihre Bedeutung für den Prozess des Lernens ab (S2, S6, E12, K1). • beschreiben die Verschränkung von hormoneller 	<ul style="list-style-type: none"> • <p><i>Kontext:</i></p> <p>Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung</p> <p><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 <p><i>Kontext:</i></p> <p>Lernen verändert das Gehirn</p> <p><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) • 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 • ggf. Planung und Durchführung von Lernexperimenten (Zusammenhang zwischen Wiederholung und Lernerfolg, Einfluss von Ablenkung auf erfolgreiches Lernen) • ggf. Analyse der eigenen Einstellung zum Lernen bzw. zum Lerngegenstand, hier auch kritische Reflexion von geschlechterspezifischen Stereotypen möglich <p><i>Kontext:</i></p> <p>Körperliche Reaktionen auf Schulstress</p> <p><i>zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung von Wissen zu Hormonen (→ Sek I)
---	--

und neuronaler Steuerung am Beispiel der Stressreaktion (S2, S6).	<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 • ggf. Vertiefung durch Recherche der Bedeutung von Eustress oder der Bedeutung von Entspannungsphasen z. B. in Prüfungszeiten
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen / Leistungsbewertung:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> • Ggf. Kriteriengeleitete Bewertung von Kurzvorträgen und/oder der Plakatgestaltung • Insgesamt zwei Klausuren pro Halbjahr 	
<i>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</i>	
Lehrwerk: Bioskop BiBox (Westermann) Film: GIDA: Nervensystem II Arbeitsblätter	

	<p><u>Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie</u></p> <p><u>Thema:</u> Energieumwandlung in lebenden Systemen</p> <p><u>Inhaltliche Schwerpunkte:</u> 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) 	Q1.1 LK
<u>Inhaltliche Aspekte:</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Energieumwandlung • Energieentwertung • Zusammenhang von aufbauendem und 	<u>Mögliche Leitfragen / Sequenzierung:</u> <i>Wie wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in nutzbare Energie um?</i> (ca. 6 Ustd.)

<p>abbauendem Stoffwechsel</p> <ul style="list-style-type: none"> • ATP-ADP-System • Stofftransport zwischen den Kompartimenten • Chemiosmotische ATP-Bildung 	<p>Zeitbedarf: ca. 6 Stunden à 45 Minuten</p>
<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Schülerinnen und Schüler...</p> <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><u>Didaktische-methodische Anmerkungen, verbindliche Absprachen:</u></p> <p><i>Kontext:</i> Leben und Energie - Lebensvorgänge in Zellen können nur mit Energiezufuhr ablaufen.</p> <p><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 $\text{NADH}+\text{H}^+$ und ATP • Erarbeitung des Modells eines technischen Kraftwerks (z.B. Pumpspeicherkraftwerk) zur Verdeutlichung der Energieumwandlung, dabei Aktivierung von Vorwissen zum Energieerhaltungssatz (→Physik Sek I) • Erarbeitung der Funktionsweise des Transmembranproteins ATP-Synthase in lebenden Systemen • Übertragung der Modellvorstellung des Pumpspeicherkraftwerkes auf die Zelle: Die elektrische Energie entspricht der chemischen Energie des ATP, die Turbine entspricht der ATP-Synthase. Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen von Modellen (E12) • Vernetzung und Ausblick: Benennung der Mitochondrien und Chloroplasten als Orte der membranbasierten Energieumwandlung in eukaryotischen Zellen. Aufstellen von Vermutungen zur Energiequelle für die Aufrechterhaltung des Protonengradienten in Chloroplasten (Lichtenergie) und Mitochondrien (chemische Energie aus der Oxidation von Nährstoffen).
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen / Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ggf. Kriteriengeleitete Bewertung von Kurzvorträgen und/oder der Plakatgestaltung • Insgesamt zwei Klausuren pro Halbjahr 	
<p>Lehrwerk: Bioskop BiBox (Westermann) Film: GIDA: Stoffwechselphysiologie Arbeitsblätter</p> <p style="text-align: center;"><i>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</i></p>	

--

<p><u>Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie</u></p> <p><u>Thema:</u> Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen</p> <p><u>Inhaltliche Schwerpunkte:</u> 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>Q1.1 LK</p>
<p><u>Inhaltliche Aspekte:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Feinbau Mitochondrium • Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäurezyklus und Atmungskette • Energetisches Modell der Atmungskette • Alkoholische Gärung und Milchsäuregärung • Stoffwechselregulation auf Enzymebene 	<p><u>Mögliche Leitfragen / Sequenzierung:</u></p> <p><i>Wie kann die Zelle durch den schrittweisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen?</i> (ca. 8 Ustd.)</p> <p><i>Welche Bedeutung haben Gärungsprozesse für die Energiegewinnung?</i> (ca. 2 Ustd.)</p> <p><i>Wie beeinflussen Nahrungsergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel?</i> (ca. 6 Ustd.)</p> <p>Zeitbedarf: ca. 16 Stunden à 45 Minuten</p>	
<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Schülerinnen und Schüler...</p>	<p><u>Didaktische-methodische Anmerkungen, verbindliche Absprachen:</u></p> <p><i>Kontext:</i> Keine Power ohne Nahrung – Bei heterotrophen Organismen ist die ATP-Synthese an die Oxidation</p>	

- 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).
- 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).

von Nährstoffmolekülen gekoppelt.

Zentrale Unterrichtssituationen:

- Reaktivierung des Vorwissens zum Feinbau von Mitochondrien und Skizze eines Schaubildes mit den wesentlichen Schritten der Zellatmung und deren Verortung in Zellkompartimenten. Sukzessive Ergänzung des Schaubildes im Verlauf des Unterrichts (K9)
- 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 aus den ersten drei Schritten und Abgleich mit der Bruttogleichung der Zellatmung

Hinweis: Strukturformeln der Zwischenprodukte müssen nicht reproduziert werden können.

Kontext:

Knallgasreaktion in den Mitochondrien?

Zentrale Unterrichtssituationen:

- Demonstration der stark exergonischen Knallgasreaktion (ggf. Video) und Aufstellung der Reaktionsgleichung, Hypothesenbildung zum Ablauf der analogen Reaktion in den Mitochondrien
- 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 $\text{NADH} + \text{H}^+$ als Elektronendonator zur Aufrechterhaltung des Protonengradienten
- Vervollständigung des Schaubilds und Aufstellen einer Gesamtbilanz der Zellatmung (K9)
- fakultative Vertiefung weiterer kataboler Reaktionswege, die für den Energiestoffwechsel relevant sind: Oxidation anderer Nährstoffe sowie Abbau eigener Körpersubstanz, Tricarbonsäurezyklus als Stoffwechseldrehscheibe

<ul style="list-style-type: none"> • nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1–4, B5, B7, B9). 	<p><i>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) • ggf. Vertiefung: Vergleich der Prozesse bei fakultativen und obligaten Anaerobiern <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 (→EF) • Anwendung des Konzepts der enzymatischen Regulation 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) • angeleitete Recherche zu NEM beim Sport, hierbei besondere Fokussierung auf Quellenherkunft und Intention der Autoren (K4) • Bewertungsprozess: Abwägung von Handlungsoptionen und kriteriengeleitete Meinungsbildung sowie Entscheidungsfindung (B9)
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen / Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ggf. Kriteriengeleitete Bewertung von Kurzvorträgen und/oder der Plakatgestaltung • Insgesamt zwei Klausuren pro Halbjahr 	
<p style="text-align: center;"><i>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</i></p>	

<p><u>Inhaltsfeld 4: ÖKOLOGIE</u></p> <p><u>Thema:</u> Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen</p> <p>Zeitbedarf: 22 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p> <p><u>Inhaltliche Schwerpunkte:</u> Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Fachliche 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>Q1 LK</p>
<p><u>Inhaltliche Aspekte:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren. • Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven • Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz, • Einfluss ökologischer Faktoren auf 	<p><u>Mögliche Leitfragen / Sequenzierung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Welche Forschungsgebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Ökologie? (ca. 3 Ustd.) • Inwiefern bedingen abiotische Faktoren die Verbreitung von Lebewesen? (ca. 8 Ustd.) • Welche Auswirkungen hat die Konkurrenz um Ressourcen an realen Standorten auf die Verbreitung von Arten? (ca. 7 Ustd.) • Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden? (ca. 4 Ustd.) 	

<p>Organismen: ökologische Potenz</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ökologische Nische • Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen, • Erfassung ökologischer Faktoren und quantitative und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal 	
<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Schülerinnen und Schüler...</p> <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><u>Didaktische-methodische Anmerkungen, verbindliche Absprachen:</u></p> <p>Kontext: Modellökosysteme, z. B. Flaschengarten <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung des Vorwissens zu zentralen Begriffen der Ökologie (→ SI) • Darstellung des Wirkungsgefüges von Umweltfaktoren, Lebensvorgängen und Wechselbeziehungen von Lebewesen im gewählten Modellökosystem mit Hilfe einer Concept Map • Präsentation der Zusammenhänge unter Berücksichtigung kausaler Erklärungen und der Vernetzung von Systemebenen (S5–7, K8) • 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>Kontext: 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 standort-spezifischen Verfügbarkeit/ Intensität eines Umweltfaktors und den entsprechenden Anpasstheiten bei Tieren am Beispiel des Umweltfaktors Wasser (ggf. Reaktivierung des Vorwissens zu morphologischen und physiologischen Anpasstheiten bei Pflanzen → UV 3 Stoffwechselphysiologie) • Untersuchung der Temperaturpräferenz bei Wirbellosen • Interpretation von Toleranzkurven eurythermer und stenothermer Lebewesen (E9) • Erklärung der unterschiedlichen physiologischen Temperaturtoleranz ausgewählter

<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>Lebewesen unter Berücksichtigung des Basiskonzepts Steuerung und Regelung. Berücksichtigung der unterschiedlichen Temperaturtoleranz für Überleben, Wachstum und Fortpflanzung</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 • Reflexion der Methodik und Schlussfolgerung, dass die Auswirkungen veränderter Umweltbedingungen aufgrund des komplexen Zusammenwirkens vieler Faktoren nur schwer vorhersehbar sind (E13) <p>Kontext: 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 ultimate Erklärung der Einnischung (K7,8) <p>Kontext: Fettwiese oder Magerrasen? – Zeigerarten geben Aufschluss über den Zustand von Ökosystemen <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Exkursion im Schulumfeld, Bestimmung und quantitative Erfassung von Arten und Einführung in das Prinzip des Biomonitorings, z.B. anhand einer Flechtenkartierung oder der Ermittlung von Zeigerpflanzen [1] (E4, E7–9)
--	---

<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). 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensibilisierung für den Zusammenhang von Korrelation und Kausalität beim Biomonitoring (K8) und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses • Ableitung von Handlungsoptionen für das untersuchte Ökosystem (E15) • Internetrecherche zur ökologischen Problematik von intensiver Grünlandbewirtschaftung (Fettwiesen) und Begründung von Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen von heimischen, artenreichen Magerwiesen durch extensive Grundlandbewirtschaftung (K11–14) [2,3]
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen / Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ggf. Kriteriengeleitete Bewertung von Kurzvorträgen und/oder der Plakatgestaltung • Für alle beiden Unterrichtsvorhaben insgesamt eine Klausur im 2. Halbjahr 	
<p style="text-align: center;"><i>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</i></p> <p>Lehrbuch: Bioskop BiBox (Westermann) grüne Reihe „Evolution“ Filme GIDA-DVDs Ökologie I und II Arbeitsblätter</p>	

<p><u>Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie</u></p> <p><u>Thema:</u> Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie</p> <p><u>Zeitbedarf:</u> ca.24 Unterrichtsstunden a 45 Minuten</p> <p><u>Inhaltliche Schwerpunkte:</u> Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Fachliches Verfahren: Chromatografie, Tracer-Methode, Aufbauender Stoffwechsel,</p>	<p>Q1.2 LK</p>
---	----------------------------------

<p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biologische Sachverhalte betrachten (S) • Fragestellungen und Hypothese auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln • Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) • Informationen aufbereiten (K) 	
<p><u>Inhaltliche Aspekte:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren • Funktionale Anpassungen: Blattaufbau • Funktionale Anpassungen: Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, Feinbau Chloroplast • Chromatografie • Chemiosmotische ATP-Bildung • Energetisches Modell der Lichtreaktion • Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen, • Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration • Tracer-Methode • Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel 	<p><u>Mögliche Leitfragen / Sequenzierung:</u></p> <p><i>Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von Pflanzen abhängig?</i> (ca. 4 Ustd.)</p> <p><i>Welche Blattstrukturen sind für die Fotosynthese von Bedeutung?</i> (ca. 4 Ustd.)</p> <p><i>Welche Funktionen haben Fotosynthesepigmente?</i> (ca. 3 Ustd.)</p> <p><i>Wie erfolgt die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie?</i> (ca. 7 Ustd.)</p> <p>Zeitbedarf: ca. 12 Stunden à 45 Minuten</p>
<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> • analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11). 	<p><u>Didaktische-methodische Anmerkungen, verbindliche Absprachen:</u></p> <p><i>Kontext:</i> Solarenergie sichert unsere Ernährung – Pflanzen sind Selbstversorger und Primärproduzenten</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung der Bruttogleichung der Fotosynthese (→ Sek I) und Beschreibung der Stärke- und Sauerstoffproduktion als ein Maß für die Fotosyntheseaktivität.

- erklären funktionale Anpassungen an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4, S5, S6, E3, K6–8).

- Messung der Sauerstoffproduktion bei der Wasserpest, z. B. mithilfe einer Farbreaktion oder bei Efeu], dabei Variation der äußeren Faktoren und Berücksichtigung der Variablenkontrolle (E6)
- Auswertung der Ergebnisse, Abgleich mit Literaturwerten und Rückbezug auf Hypothesen (E 9–11)

Kontext:

Stärkenachweis in panaschierten Blättern – die Fotosynthese findet nur in grünen Pflanzenteilen statt

Zentrale Unterrichtssituationen:

- Reaktivierung der Kenntnisse zum Aufbau eines Laubblatts (→EF), 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
- Mikroskopie eines Abziehpräparats der unteren Blattepidermis und Hypothesenbildung zur Regulation des Gasaustausches und der Transpiration durch Schließzellen [3]
- Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zu Anpassungen von Sonnen- und Schattenblättern (E3), Auswertung von Daten zur Fotosyntheserate
- ggf. Korrektur finaler Erklärungen der Anpassungen (K7)

Kontext:

Der ENGELMANN-Versuch- Die Fotosyntheseleistung ist abhängig von der Wellenlänge des Lichts.

Zentrale Unterrichtssituationen:

- 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)
- Wiederholung des Feinbaus eines Chloroplasten und Verortung der Pigmente in der Thylakoidmembran
- Reflexion des Erkenntnisgewinnungsprozesses (z.B. Einsatz analytischer Verfahren, historischer

<ul style="list-style-type: none"> • erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13). • erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der Fotosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht (S2, S7, E2, K9). 	<p>Experimente und Modelle) (E13)</p> <p><i>Kontext:</i></p> <p>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"> • Erstellung eines Übersichtsschemas für die Fotosynthese mit einer Unterteilung in Primärreaktion und Sekundärreaktion unter Berücksichtigung der Energieumwandlung von Lichtenergie in ATP und der Bildung von Glucose unter ATP-Verbrauch (K9) • Erläuterung der wesentlichen Vorgänge in der Lichtreaktion (Fotolyse des Wassers, Elektronentransport und Bildung von NADPH+ H⁺) anhand eines einfachen Schaubildes, Reaktivierung der Kenntnisse zur chemiosmotischen ATP-Bildung • 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 • Vervollständigung des Übersichtsschemas zur Veranschaulichung des stofflichen und energetischen Zusammenhangs der Teilreaktionen • Darstellung des Zusammenwirkens von Chloroplasten und Mitochondrien in einer Pflanzenzelle für die Aufrechterhaltung der Lebensvorgänge in einer Pflanzenzelle
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen / Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ggf. Kriteriengeleitete Bewertung von Kurzvorträgen und/oder der Plakatgestaltung • Insgesamt zwei Klausuren pro Halbjahr 	
<p style="text-align: center;"><i>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Lehrwerk: Bioskop BiBox (Westermann) • Film: GIDA: Fotosynthese • Arbeitsblätter 	

<p><u>Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie</u></p> <p><u>Thema:</u> Fotosynthese – natürliche und anthropogene Prozessoptimierung <u>Zeitbedarf:</u> ca. 8 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p> <p><u>Inhaltliche Schwerpunkte:</u> Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Merkmale wissenschaftliche Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)</p>		Q1.2 LK
<p><u>Inhaltliche Aspekte:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Funktionale Anpassungen: Blattaufbau • C4-Pflanzen • Stofftransport zwischen Kompartimenten • Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen 	<p><u>Mögliche Leitfragen / Sequenzierung:</u></p> <p>Welche morphologischen und physiologischen Anpassungen ermöglichen eine effektive Fotosynthese an heißen und trockenen Standorten? (ca. 4 Ustd.)</p> <p>Inwiefern können die Erkenntnisse aus der Fotosyntheseforschung zur Lösung der weltweiten CO₂-Problematik beitragen? (ca. 4 Ustd.)</p> <p>Zeitbedarf: ca. 8 Stunden à 45 Minuten</p>	
<p><u>Konkretisierte Kompetenzerwartungen:</u> Schülerinnen und Schüler...</p> <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 und K7) • beurteilen und bewerten multiperspektivisch 	<p><u>Didaktische-methodische Anmerkungen, verbindliche Absprachen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Abfrage von SI-Vorwissen, • z.B. Chromatografie der Blattpigmente, aus der EF: Zellatmung • Erstellen von Bilanzen z.B. von Stoffwechselprozessen, • Versuche zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen abiotischen Faktoren • Verwendung der O₂- und CO₂-Sensoren 	

optimierten Fotosynthese im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung (E17, K2, K13, B2, B7, B12)	<ul style="list-style-type: none"> • Auswertung und Visualisierung der Informationen, • Mikroskopische Auswertung verschiedener Blattanpassungen.
<u>Diagnose von Schülerkompetenzen / Leistungsbewertung:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Ggf. kriteriengeleitete Bewertung von Kurzvorträgen und/oder der Plakatgestaltung • Insgesamt zwei Klausuren pro Halbjahr 	
<p style="text-align: center;"><i>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Lehrwerk: Bioskop BiBox (Westermann) • Film: GIDA: Fotosynthese • Arbeitsblätter 	

<p><u>Inhaltsfeld 4: Ökologie</u></p> <p><u>Thema:</u> Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften</p> <p><u>Inhaltliche Schwerpunkte:</u> Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K) • Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B) 		<p>Q1 LK</p>
<u>Inhaltliche Aspekte:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Idealisierte Populationsentwicklung: exponentielles und logistisches Wachstum 	<u>Mögliche Leitfragen / Sequenzierung:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Welche grundlegenden Annahmen gibt es in der Ökologie über die Dynamik von 	

<ul style="list-style-type: none"> • Fortpflanzungsstrategien: r- und K-Strategien Interspezifische Beziehungen: Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität • Hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt 	<p>Populationen? (ca. 6 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar? (ca. 6 Ustd.) • Wie können Aspekte der Nachhaltigkeit im Ökosystemmanagement verankert werden? (ca. 6 Ustd.)
<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Schülerinnen und Schüler...</p> <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). • analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6–K8). 	<p><u>Didaktische-methodische Anmerkungen, verbindliche Absprachen:</u></p> <p><i>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 • Recherche 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 Industriebranche) • Kritische Reflexion der im Unterricht verwendeten vereinfachten Annahmen zur Populationsökologie (E12) <p><i>Kontext:</i> Gut vernetzt – Wechselwirkungen in Biozöosen</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, Parasitismus, Mutualismus und Symbiose an aussagekräftigen Beispielen. Ggf. Präsentationen zu Wechselwirkungen unter Berücksichtigung der Fachsprache und der Unterscheidung von funktionalen und kausalen Erklärungen (K6, K8) • 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,

<ul style="list-style-type: none"> • erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung 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>Methodik) (E9)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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>Kontext:</i></p> <p>Pestizideinsatz in der Landwirtschaft</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyse eines Fallbeispiels zur Schädlingsbekämpfung mit Pestizideinsatz unter Berücksichtigung der kurzfristigen und langfristigen Populationsentwicklung des Schädlings • Erläuterung des Konflikts zwischen ökonomisch rentabler Umweltnutzung 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] • 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) • Analyse der Interessenslagen der involvierten Parteien (B1, B2) [5]
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen / Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ggf. Kriteriengeleitete Bewertung von Kurzvorträgen und/oder der Plakatgestaltung • Für alle beiden Unterrichtsvorhaben insgesamt eine Klausur im 2. Halbjahr 	
<p style="text-align: center;"><i>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Lehrbuch: Bioskop BiBox (Westermann) • Filme GIDA-DVDs Ökologie I und II • Arbeitsblätter 	

Inhaltsfeld 4: Ökologie

Thema: Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen

Inhaltliche Schwerpunkte: Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- 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><u>Inhaltliche Aspekte:</u> Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf • Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts • Ökologischer Fußabdruck • Stickstoffkreislauf • Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, nachhaltige Nutzung 	<p><u>Mögliche Leitfragen / Sequenzierung:</u> In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften durch Energiefluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbindung? (ca. 5 Ustd.) Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant? (ca. 3 Ustd.) Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden? (ca. 5 Ustd.) Wie können umfassende Kenntnisse über ökologische Zusammenhänge helfen, Lösungen für ein komplexes Umweltproblem zu entwickeln? (ca. 5 Ustd.)</p>
<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> • analysieren die Zusammenhänge von 	<p><u>Didaktische-methodische Anmerkungen, verbindliche Absprachen:</u></p> <p><i>Kontext:</i> Nahrungsbeziehungen und ökologischer Wirkungsgrad</p>

<p>Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S7, E12, E14, K2, K5).</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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). • beurteilen anhand des ökologischen Fußabdrucks den Verbrauch endlicher Ressourcen aus verschiedenen Perspektiven (K13, K14, B8, B10, B12). • Stickstoffkreislauf • Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, nachhaltige Nutzung • 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 (S7, E12, E14, K2, K5). • 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). • beurteilen anhand des ökologischen Fußabdrucks den Verbrauch endlicher Ressourcen aus verschiedenen Perspektiven (K13, K14, B8, B10, B12). • analysieren die Folgen anthropogener 	<p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung der Kenntnisse zu Nahrungsnetzen und Trophieebenen (→ SI) 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 (→ IF Stoffwechselphysiologie) • 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 • Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der modellhaften Darstellungen (E12) • Anwendung der erworbenen Kenntnisse am Beispiel des Flächen- und Energiebedarfs für die Fleischproduktion auf Grundlage von Untersuchungsbefunden (E14) [2] <p>Kontext:</p> <p>Kohlenstoffkreislauf und Klimaschutz</p> <p><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 Kipppunkten (Tipping Points) des Klimawandels und Erläuterung eines Kippelements, z. B. Permafrostboden (K2) [6] <p>Kontext:</p> <p>Aktuelle Debatte um den Einfluss des Menschen auf den Klimawandel</p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifikation nicht wissenschaftlicher Aussagen im Vergleich zu wissenschaftlich
--	--

<p>Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14).</p> <ul style="list-style-type: none"> analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoff-kreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S7, E12, E14, K2, K5). 	<p>fundierte Aussagen bezüglich des anthropogenen Einflusses auf den Treibhauseffekt (E16) [7]</p> <ul style="list-style-type: none"> 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) ggf. kritische Auseinandersetzung mit dem in der Wissenschaft diskutierten Begriffs des „Anthropozän“ <p>Kontext: 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).
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen / Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Ggf. kriteriengeleitete Bewertung von Kurzvorträgen und/oder der Plakatgestaltung Für alle beiden Unterrichtsvorhaben insgesamt eine Klausur im 2. Halbjahr 	

Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden

- Lehrbuch: Bioskop BiBox (Westermann)
- Filme GIDA-DVDs Ökologie I und II
- Arbeitsblätter

	<p>UV LK-G1: DNA – Speicherung und Expression genetischer Information</p> <p>Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution</p> <p>Zeitbedarf: ca. 28 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Molekulargenetische Grundlagen des Lebens, Fachliche Verfahren: PCR, Gelelektrophorese</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) <p>Informationen aufbereiten (K)</p>	<p>Q2 LK</p>
<p><u>Inhaltliche Aspekte:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Speicherung und Realisierung genetischer Information: Bau der DNA, semikonservative Replikation, Transkription, Translation • Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Genmutationen • PCR 	<p><u>Mögliche Leitfragen / Sequenzierung:</u></p> <p>Wie wird die identische Verdopplung der DNA vor einer Zellteilung gewährleistet? (ca. 4 Ustd.)</p> <p>Wie wird die genetische Information der DNA zu Genprodukten bei Prokaryoten umgesetzt? (ca. 8 Ustd.)</p> <p>Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen bei der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten? (ca. 5 Ustd.)</p> <p>Wie können sich Veränderungen der DNA auf die Genprodukte und den Phänotyp auswirken? (ca. 5 Ustd.)</p>	

<ul style="list-style-type: none"> • Gelelektrophorese 	<p>Mit welchen molekularbiologischen Verfahren können zum Beispiel Genmutationen festgestellt werden? (ca. 6 Ustd.)</p>
<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> • leiten ausgehend vom Bau der DNA das Grundprinzip der semikonservativen Replikation aus experimentellen Befunden ab (S1, E1, E9, E11, K10). • erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6). • deuten Ergebnisse von Experimenten zum Ablauf der Proteinbiosynthese (u. a. zur Entschlüsselung des genetischen Codes) (S4, E9, E12, K2, K9). • erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6). • erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8). • erläutern PCR und Gelelektrophorese unter anderem als Verfahren zur Feststellung von Genmutationen (S4, S6, E8–10, K11). • 	<p><u>Didaktische-methodische Anmerkungen, verbindliche Absprachen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • EF-Wissen wird reaktiviert, ein Ausblick auf Neues wird gegeben. • Wissen über die Replikation wird auf die PCR übertragen und im Kontext des genetischen Fingerabdrucks angewendet sowie die Technik der Gelelektrophorese kennen gelernt • Die einzelnen Schritte der Proteinbiosynthese werden erarbeitet und ihre Regulation betrachtet • Verschiedene Genmutationen sowie auf ihnen beruhende Erbkrankheiten werden besprochen (z.B. Sichelzellanämie, Chorea-Huntington)
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen / Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ggf. Kriteriengeleitete Bewertung von Kurzvorträgen und/oder der Plakatgestaltung • Für alle beiden Unterrichtsvorhaben insgesamt eine Klausur im 2. Halbjahr 	
<p style="text-align: center;"><i>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Lehrwerk: Bioskop BiBox (Westermann) • Filme GIDA-DVDs Ökologie • Arbeitsblätter 	

<p>UV LK-G2: DNA – Regulation der Genexpression und Krebs</p> <p>Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution</p> <p>Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Molekulargenetische Grundlagen des Lebens</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) <p>Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)</p>		<p>Q2 LK</p>
<p><u>Inhaltliche Aspekte:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung, Histonmodifikation, RNA-Interferenz • Krebs: Krebszellen, Onkogene und Anti-Onkogene, personalisierte Medizin 	<p><u>Mögliche Leitfragen / Sequenzierung:</u></p> <p><i>Wie wird die Genaktivität bei Eukaryoten gesteuert? (ca. 10 Ustd.)</i></p> <p><i>Wie können zelluläre Faktoren zum ungehemmten Wachstum der Krebszellen führen? (ca. 6 Ustd.)</i></p> <p><i>Welche Chancen bietet eine personalisierte Krebstherapie? (ca. 4 Ustd.)</i></p>	
<p><u>Konkretisierte Kompetenzerwartungen:</u> Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> • erklären die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren und DNA-Methylierung (S2, S6, E9, K2, K11). • erläutern die Genregulation bei Eukaryoten durch RNA-Interferenz und Histon-Modifikation anhand von Modellen (S5, S6, E4, E5, K1, K10). 	<p><u>Didaktische-methodische Anmerkungen, verbindliche Absprachen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Arbeit mit Modellen, z.B. Operon-Modell • Fallbeispiele zur Methylierung (z.B.: Hungerwinter, Bienen) • Regulation des Zellzyklus durch Kontrollgene und Ausfall der Regulation durch Mutationen • Medizinischer Fortschritt: Typisierung von isolierten Krebszellen zur Entwicklung spezifischer Therapeutika 	

<ul style="list-style-type: none"> • begründen Eigenschaften von Krebszellen mit Veränderungen in Proto-Onkogenen und Anti-Onkogenen (Tumor-Suppressor-Genen) (S3, S5, S6, E12). • begründen den Einsatz der personalisierten Medizin in der Krebstherapie (S4, S6, E14, K13). 	
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen / Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ggf. Kriteriengeleitete Bewertung von Kurzvorträgen und/oder der Plakatgestaltung • Für alle beiden Unterrichtsvorhaben insgesamt eine Klausur im 2. Halbjahr 	
<p style="text-align: center;"><i>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Lehrbuch: Bioskop BiBox (Westermann) • Filme GIDA-DVDs • Arbeitsblätter 	

	<p>UV LK-G3: Humangenetik, Gentechnik und Gentherapie</p> <p>Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution</p> <p>Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Molekulargenetische Grundlagen des Lebens, Fachliche Verfahren: Gentechnik: Veränderung und Einbau von DNA, Genterapeutische Verfahren</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) 	<p>Q2 LK</p>
--	--	------------------

Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)	
<p><u>Inhaltliche Aspekte:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie Gentechnik: Veränderung und Einbau von DNA, Gentherapeutische Verfahren Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie 	<p><u>Mögliche Leitfragen / Sequenzierung:</u></p> <p><i>Welche Bedeutung haben Familienstammbäume für die genetische Beratung betroffener Familien? (ca. 4 Ustd.)</i></p> <p><i>Wie wird rekombinante DNA hergestellt und vermehrt?</i></p> <p><i>Welche ethischen Konflikte treten bei der Nutzung gentechnisch veränderter Organismen auf? (ca. 8 Ustd.)</i></p> <p><i>Welche ethischen Konflikte treten im Zusammenhang mit gentherapeutischen Behandlungen beim Menschen auf? (ca. 6 Ustd.)</i></p>
<p><u>Konkretisierte Kompetenzerwartungen:</u> Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> analysieren Familienstammbäume und leiten daraus mögliche Konsequenzen für Gentest und Beratung ab (S4, E3, E11, E15, K14, B8). erklären die Herstellung rekombinanter DNA und nehmen zur Nutzung gentechnisch veränderter Organismen Stellung (S1, S8, K4, K13, B2, B3, B9, B12). bewerten Nutzen und Risiken einer Gentherapie beim Menschen und nehmen zum Einsatz gentherapeutischer Verfahren Stellung (S1, K14, B3, B7-9, B11). 	<p><u>Didaktische-methodische Anmerkungen, verbindliche Absprachen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Erarbeitung gentechnischer Verfahren, z.B. Klonen, Insulinherstellung, Tier- und Pflanzenzucht (z.B. Antimatsch-Tomate) Humangenomprojekt Gentherapie Multiperspektivische Betrachtung kontroverser Positionen zur Gendiagnostik
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen / Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Ggf. Kriteriengeleitete Bewertung von Kurzvorträgen und/oder der Plakatgestaltung Für alle beiden Unterrichtsvorhaben insgesamt eine Klausur im 2. Halbjahr 	
<p style="text-align: center;"><i>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Lehrbuch: Bioskop BiBox (Westermann) Filme GIDA-DVDs 	

- Arbeitsblätter

<p>UV LK-E1: Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie</p> <p>Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution</p> <p>Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Entstehung und Entwicklung des Lebens</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biologische Sachverhalte betrachten (S) • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) <p>Informationen aufbereiten (K)</p>		<p>Q2 LK</p>
<p><u>Inhaltliche Aspekte:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Synthetische Evolutionstheorie: Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift • Synthetische Evolutionstheorie: adaptiver Wert von Verhalten, Kosten-Nutzen-Analyse, reproduktive Fitness • Sozialverhalten bei Primaten: exogene und endogene Ursachen, Fortpflanzungsverhalten • Synthetische Evolutionstheorie: Koevolution 	<p><u>Mögliche Leitfragen / Sequenzierung:</u></p> <p>Wie lassen sich Veränderungen im Genpool von Populationen erklären? (ca. 6 Ustd.)</p> <p>Welche Bedeutung hat die reproduktive Fitness für die Entwicklung von Anpasstheiten? (ca. 2 Ustd.)</p> <p>Wie kann die Entwicklung von angepassten Verhaltensweisen erklärt werden? (ca. 3 Ustd.)</p> <p>Wie lässt sich die Entstehung von Sexualdimorphismus erklären? (ca. 3 Ustd.)</p> <p>Wie lassen sich die Paarungsstrategien und Sozialsysteme bei Primaten erklären? (ca. 4 Ustd.)</p> <p>Welche Prozesse laufen bei der Koevolution ab? (ca. 2 Ustd.)</p>	
<p><u>Konkretisierte Kompetenzerwartungen:</u> Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> • begründen die Veränderungen im Genpool einer Population mit der Wirkung der Evolutionsfaktoren (S2, S5, S6, K7). • erläutern die Anpasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem 	<p><u>Didaktische-methodische Anmerkungen, verbindliche Absprachen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Rückgriff: Gen und Allel zum Verständnis des "Genpools" • Wie wirken z.B. verschiedene Selektionsformen auf den Genpool? • Fortpflanzungsstrategien, Verwandtenselektion, Sozialverhalten 	

<p>Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8).</p> <ul style="list-style-type: none"> • erläutern datenbasiert das Fortpflanzungsverhalten von Primaten auch unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (S3, S5, E3, E9, K7). • erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8). 	
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen / Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ggf. Kriteriengeleitete Bewertung von Kurzvorträgen und/oder der Plakatgestaltung • Für alle beiden Unterrichtsvorhaben insgesamt eine Klausur im 2. Halbjahr 	
<p><i>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Lehrbuch: Bioskop BiBox (Westermann) • Filme GIDA-DVDs • Arbeitsblätter 	

	<p>UV LK-E2: Stammbäume und Verwandtschaft</p> <p>Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution</p> <p>Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Entstehung und Entwicklung des Lebens</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) • Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) 	<p>Q2 LK</p>
--	--	------------------

Informationen aufbereiten (K)	
<p><u>Inhaltliche Aspekte:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Stammbäume und Verwandtschaft: Artbildung, Biodiversität, populationsgenetischer Artbegriff, Isolation • molekularbiologische Homologien, ursprüngliche und abgeleitete Merkmale • Synthetische Evolutionstheorie: Abgrenzung von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen 	<p><u>Mögliche Leitfragen / Sequenzierung:</u></p> <p><i>Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen? (ca. 4 Ustd.)</i></p> <p><i>Welche molekularen Merkmale deuten auf eine phylogenetische Verwandtschaft hin? (ca. 3 Ustd.)</i></p> <p><i>Wie lässt sich die phylogenetische Verwandtschaft auf verschiedenen Ebenen ermitteln, darstellen und analysieren? (ca. 4 Ustd.)</i></p> <p><i>Wie lassen sich konvergente Entwicklungen erkennen? (ca. 3 Ustd.)</i></p> <p><i>Wie lässt sich die Synthetische Evolutionstheorie von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen abgrenzen? (ca. 2 Ustd.)</i></p>
<p><u>Konkretisierte Kompetenzerwartungen:</u> Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> • erklären Prozesse des Artwandels und der Artbildung mithilfe der Synthetischen Evolutionstheorie (S4, S6, S7, E12, K6, K7). • deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8). • analysieren phylogenetische Stammbäume im Hinblick auf die Verwandtschaft von Lebewesen und die Evolution von Genen (S4, E2, E10, E12, K9, K11). • deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8). • begründen die Abgrenzung der Synthetischen Evolutionstheorie gegen nicht-naturwissenschaftliche Positionen und nehmen zu diesen Stellung (E15–E17, K4, K13, B1, B2, B5). 	<p><u>Didaktische-methodische Anmerkungen, verbindliche Absprachen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • z.B. Arbeit mit originalen Textausschnitten aus „Origin of Species“ • z.B. Kurzreferate zu den einzelnen Evolutionstheoretikern • z.B. Exkursion in die Dauerausstellung des Naturkundemuseums Münster • z.B. Film: Das Leben des Charles Darwin • z.B. Zuordnung von Originalfossilien • z.B. Kurzreferate zu den einzelnen Evolutionsbelegen • z.B. Gruppenpuzzle oder Placemate zu den Selektionsformen • z.B. Partner Puzzle zur Artbildung • z.B. Kurzreferate zu den Isolationsmechanismen • z.B. Internetrecherche
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen / Leistungsbewertung:</u></p>	

<ul style="list-style-type: none"> Ggf. Krienerigeleitete Bewertung von Kurzvorträgen und/oder der Plakatgestaltung Für alle beiden Unterrichtsvorhaben insgesamt eine Klausur im 2. Halbjahr
<i>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</i>
Lehrwerk: Bioskop BiBox (Westermann) Filme GIDA-DVDs Arbeitsblätter

Q2 LK	<p>UV LK-E3: Humanevolution und kulturelle Evolution</p> <p>Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution</p> <p>Zeitbedarf: ca.10 Unterrichtsstunden à 45 Minuten</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <p>Entstehung und Entwicklung des Lebens</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E) Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) <p>Informationen aufbereiten (K)</p>
<p><u>Inhaltliche Aspekte:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Evolution des Menschen und kulturelle Evolution: Ursprung, Fossilgeschichte, Stammbäume und Verbreitung des heutigen Menschen, Werkzeuggebrauch, Sprachentwicklung 	<p><u>Mögliche Leitfragen / Sequenzierung:</u></p> <p><i>Wie kann die Evolution des Menschen anhand von morphologischen und molekularen Hinweisen nachvollzogen werden? (ca. 7 Ustd.)</i></p> <p><i>Welche Bedeutung hat die kulturelle Evolution für den Menschen und andere soziale Lebewesen? (ca. 3 Ustd.)</i></p>
<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Schülerinnen und Schüler...</p> <ul style="list-style-type: none"> diskutieren wissenschaftliche Befunde und Hypothesen zur 	<p><u>Didaktische-methodische Anmerkungen, verbindliche Absprachen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> z.B. Erstellen eines Stammbaums anhand einer Merkmalsmatrix

<p>Humanevolution auch unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit (S4, E9, E12, E15, K7, K8).</p> <ul style="list-style-type: none"> • analysieren die Bedeutung der kulturellen Evolution für soziale Lebewesen (E9, E14, K7, K8, B2, B9). 	<ul style="list-style-type: none"> • z.B. Systematisieren von fossilen Modellschädeln aus verschiedenen Zeitaltern • z.B. Exkursion in den Allwetterzoo Münster, Führung zum Thema „Evolution der Primaten“
<p><u>Diagnose von Schülerkompetenzen / Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ggf. Kriteriengeleitete Bewertung von Kurzvorträgen und/oder der Plakatgestaltung • Für alle beiden Unterrichtsvorhaben insgesamt eine Klausur im 2. Halbjahr 	
<p style="text-align: center;"><i>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Lehrwerk: Bioskop BiBox (Westermann) • Filme GIDA-DVDs • Arbeitsblätter 	

4. Leistungsbewertung im Fach Biologie

4.1 Allgemeine Grundsätze

1. Der/die Unterrichtende sorgt für Transparenz hinsichtlich der Bewertungskriterien zu Beginn des Schuljahres. Er/sie verpflichtet sich nach (Termin) Absprache Auskunft über den Leistungsstand zu geben.

2. Die Förderung der deutschen Sprache ist auch Aufgabe des Faches Biologie (vgl. § 6 Abs. 6 APO-SI und VV zu § 6 Abs. 6 APO-SI, Ziffer 6.6.1 sowie APO-GOST § 13 Abs. 2) und fließt in die Notengebung ein.

3. Leistungen sind grundsätzlich nach ihrer:

- Qualität: Reproduktion (Anforderungsbereich I), Transfer (Anforderungsbereich II), Problemerkennung, -lösung und Beurteilung (Anforderungsbereich III bzw. IV) und
- Quantität: nie, selten, häufig, regelmäßig zu beurteilen.

4. Jeder/jede Fachlehrer/in vergibt die Noten unter Berücksichtigung der hier aufgeführten Prinzipien in eigener pädagogischer Verantwortung.

Die Leistungsbeurteilung im Fach Biologie in der Sekundarstufe II bezieht sich auf konzeptbezogene Kompetenzen (Umgang mit Fachwissen; durch Basiskonzepte systematisiert und strukturiert) und prozessbezogene Kompetenzen (Handlungsfähigkeit bei der Erkenntnisgewinnung, Bewertung und Kommunikation) (vgl. schulinternen Lehrplan: Bio Curriculum SII – Übersicht Kompetenzen).

4.2 Unterrichtsbeiträge in der Sekundarstufe II

Unterrichtsbeiträge		Kriterien
Mündliche Beiträge zum Unterricht	z.B. Beiträge zum Unterrichtsgespräch, Referate	Unterrichtsgespräche: <ul style="list-style-type: none"> ➤ situationsgerechte Einhaltung der Gesprächsregeln, ➤ Anknüpfung von Vorerfahrungen an den erreichten Sachstand, ➤ sachliche, begriffliche und (fach)sprachliche Korrektheit, ➤ Verständnis anderer Gesprächsteilnehmer und Bezug zu ihren Beiträgen, ➤ Ziel- und Ergebnisorientierung.
Beiträge im Rahmen eigenverantwortlichen, schüleraktiven Handelns	z.B. Rollenspiel, Befragung, Erkundung, Präsentation,	Produkte: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Eingrenzung des Themas und Entwicklung einer eigenen Fragestellung, ➤ Umfang, Strukturierung und Gliederung der Darstellung, ➤ methodische Zugangsweisen, ➤ Informationsbeschaffung und -auswertung, ➤ sachliche, begriffliche und sprachliche Korrektheit, ➤ Schwierigkeitsgrad und Eigenständigkeit der Erstellung ➤ kritische Bewertung und Einordnung der Ergebnisse, ➤ Medieneinsatz, ➤ Ästhetik und Kreativität der Darstellung.
Gruppenarbeit	z.B. Poster, Versuche, Referate, Modelle	Leistungen im Team: <ul style="list-style-type: none"> ➤ □□□Initiativen und Impulse für die gemeinsame ➤ Arbeit, ➤ Planung, Strukturierung und Aufteilung der gemeinsamen Arbeit, ➤ Kommunikation und Kooperation, Abstimmung, Weiterentwicklung und Lösung der eigenen Teilaufgaben, ➤ - Integration der eigenen Arbeit in das gemeinsame

		<p>Ziel,</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Selbst- und Fremdrelexion.
Phasen individueller Arbeit	<p>z.B. Entwickeln eigener Forschungsfragen, Recherchieren und Untersuchen</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ - <input type="checkbox"/> Einhaltung verbindlicher Absprachen und Regeln, ➤ Anspruchsniveau der Aufgabenauswahl, Zeitplanung und Arbeitsökonomie, konzentriertes und zügiges Arbeiten, ➤ Übernahme der Verantwortung für den eigenen Lern- und Arbeitsprozess, ➤ Einsatz und Erfolg bei der Informationsbeschaffung, ➤ Flexibilität und Sicherheit im Umgang mit den Werkzeugen, ➤ Aufgeschlossenheit und Selbstständigkeit, ➤ Alternativen zu betrachten und Lösungen für Probleme zu finden.
Schriftliche Beiträge zum Unterricht	<p>z.B. Protokolle, Materialsammlungen, Hefte/ Mappen, Portfolios, Lerntagebücher</p>	<p>Schriftliche Lernerfolgskontrollen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ sachliche, begriffliche und sprachliche Korrektheit, ➤ Übersichtlichkeit und Verständlichkeit, ➤ Reichhaltigkeit und Vollständigkeit, ➤ Eigenständigkeit und Originalität der Bearbeitung und Darstellung <p>In Lerntagebüchern, Portfolios etc.:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Darstellung der eigenen Ausgangslage, der Themenfindung und -eingrenzung, der Veränderung von Fragestellungen, ➤ Darstellung der Zeit- und Arbeitsplanung, der Vorgehensweise, der Informations- und Materialbeschaffung, ➤ Fähigkeit, Recherchen und Untersuchungen zu beschreiben, in Vorerfahrungen einzuordnen, zu bewerten und Neues zu erkennen, ➤ konstruktiver Umgang mit Fehlern und Schwierigkeiten, ➤ selbstkritische Bewertung von Arbeitsprozess und Arbeitsergebnis.
Kurze schriftliche	nach Ankündigung,	siehe schriftliche Lernerfolgskontrollen

Übungen (fakultativ)	15-20 Minuten	
Hausaufgaben	mündlich und schriftlich	<p>siehe mündliche und schriftliche Beiträge zum Unterricht:</p> <p>Das Anfertigen von Hausaufgaben gehört nach §42 (3) zu den Pflichten der Schülerinnen und Schüler.</p> <p>Unterrichtsbeiträge auf der Basis der Hausaufgaben können zur Leistungsbewertung herangezogen werden.</p>

4.3 Erläuterungen zu den einzelnen Notenstufen

Note	Beschreibung der Anforderungen	Leistungssituation
sehr gut	Die Leistung entspricht den Anforderungen in besonderem Maße.	<ul style="list-style-type: none"> - Erkennen des Problems und dessen Einordnung in einen größeren Zusammenhang, - Sachgerechte und ausgewogene Beurteilung, - Eigenständige gedankliche Leistung als Beitrag zur Problemlösung und angemessene Darstellung
gut	Die Leistung entspricht voll den Anforderungen.	<ul style="list-style-type: none"> - Verständnis schwieriger Sachverhalte und Einordnung in den Gesamtzusammenhang, - Unterscheidung zwischen Wesentlichem und Unwesentlichem - Kenntnisse reichen über die Unterrichtsreihe hinaus
befriedigend	Die Leistung entspricht im Allgemeinen den Anforderungen.	<ul style="list-style-type: none"> - regelmäßige freiwillige Mitarbeit, - im Wesentlichen richtige Wiedergabe einfacher Fakten und Zusammenhänge aus unmittelbar behandeltem Stoff, - Verknüpfung mit Kenntnissen über den Stoff der Unterrichtsreihe hinaus
ausreichend	Die Leistung weist zwar Mängel auf, entspricht im Ganzen aber noch den Anforderungen.	<ul style="list-style-type: none"> - gelegentliche freiwillige Mitarbeit im Unterricht, - die Wiedergabe einfacher Fakten und Zusammenhänge aus unmittelbar behandeltem Stoff ist im Wesentlichen richtig
mangelhaft	Die Leistung entspricht den Anforderungen nicht, notwendige Grundkenntnisse sind jedoch vorhanden und die Mängel in absehbarer Zeit behebbar.	<ul style="list-style-type: none"> - keine freiwillige Mitarbeit im Unterricht, - Äußerungen nach Aufforderung sind nur teilweise richtig
ungenügend	Die Leistung entspricht den Anforderungen nicht. Selbst Grundkenntnisse sind so lückenhaft, dass die Mängel in absehbarer Zeit nicht behebbar sind.	<ul style="list-style-type: none"> - keine freiwillige Mitarbeit im Unterricht, - Äußerungen nach Aufforderung sind falsch

4.4 Verbindliche Absprachen zum Beurteilungsbereich Klausuren

Dauer und Anzahl richten sich nach den Angaben der APO-GOST. bzw. den Beschlüssen der Fachkonferenz.

Qualifikationsphase 1: Im 2. Halbjahr kann eine Klausur durch eine Facharbeit ersetzt werden.

Qualifikationsphase 2.2: Eine Klausur wird – was den formalen Rahmen angeht – unter Abiturbedingungen geschrieben. Beginnend mit dem Abitur 2025 erhält die Schule für den Grundkurs und den Leistungskurs jeweils einen Aufgabensatz mit vier Aufgaben. Aus diesen vier Aufgaben wählen die Prüflinge drei Aufgaben.

Klausurzeiten Biologie ab Schuljahr 2023/24

	Anzahl (je HJ)	Dauer (min)
EF	1	90
Q1.1 GK	2	135
Q1.2 GK	2	135
Q2.1 GK	2	135
Q2.2 GK	1	255
Q1.1 LK	2	135
Q1.2 LK	2	180
Q2.1 LK	2	225
Q2.2 LK	1	300

In der Qualifikationsphase werden die Notenpunkte durch äquidistante Unterteilung der Notenbereiche (mit Ausnahme des Bereichs mangelhaft und ungenügend) erreicht. Die Leistungsbewertung in den Klausuren wird mit Blick auf die schriftliche Abiturprüfung mit Hilfe eines Punkterasters zu den Teilleistungen durchgeführt. Dieses wird den Schülern transparent gemacht. Die Zuordnung der Hilfspunkte zu den Notenstufen orientiert sich in der Qualifikationsphase am Zuordnungsschema des Zentralabiturs. Die Note ausreichend minus soll bei Erreichen von ca. 40 % der Hilfspunkte erteilt werden. Von dem Zuordnungsschema kann abgewichen werden, wenn sich z.B. besonders originelle Teillösungen nicht durch Hilfspunkte gemäß den Kriterien des

Erwartungshorizonts abbilden lassen oder eine Abwertung wegen besonders schwacher Darstellung angemessen erscheint.

Grundsätze der Leistungsrückmeldung und Beratung

Für Präsentationen, Arbeitsprotokolle, Dokumentationen und andere Lernprodukte der sonstigen Mitarbeit erfolgt eine Leistungsrückmeldung.

Die Leistungsrückmeldungen bezogen auf die mündliche Mitarbeit erfolgen auf Nachfrage der Schülerinnen und Schüler außerhalb der Unterrichtszeit, spätestens aber in Form von mündlichem Quartalsfeedback oder Eltern-/Schülersprechtagen. Auch hier erfolgt eine individuelle Beratung im Hinblick auf Stärken und Verbesserungsperspektiven.

4.5 Bewertung von Facharbeiten

Das Fachbiologie bietet eine Vielfalt von Möglichkeiten, sich praktisch mit ausgewählten Unterrichtsaspekten zu beschäftigen. In diesem Sinne hat sich die Fachschaft dafür ausgesprochen, möglichst Themen mit praktischen Aspekten zu vergeben. In Ausnahmefällen sind auch reine Literaturthemen möglich. Nachfolgend ist das derzeit mögliche Bewertungsraster gezeigt. Dieses ist als Beispiel anzusehen, da je nach Thema (hier: z.B. Umfang oder Schwierigkeitsgrad der praktischen Arbeiten) eine Anpassung der erreichbaren Punkte sinnvoll und notwendig ist. Das jeweils aktuelle bzw. zutreffende Bewertungsraster wird von der betreuenden Lehrkraft im Rahmen der Betreuung vorgelegt.

Bewertung der praktischen Facharbeit im Fach Biologie im Schuljahr 2022/23

Thema der Arbeit: _____

vorgelegt von: _____

Aspekte	Kriterien	erreichb. Punkte	erreichte Punkte
Formale Ansprüche			
Layout-Vorgaben	Schriftart, Schriftgröße, Zeilenabstände, Ränder, Seitenzahlen (1 ab Einleitung), getippt, passende Zeichenabstände	3	
formaler Aufbau	• Titelblatt (Name der Schule, Fach, Thema, Verfasser*in, Fachlehrer*in, Ort, Datum)		

	<ul style="list-style-type: none"> •Gegliedertes Inhaltsverzeichnis (Ordnungszahlen und Seitenzahlen, thematische Überschriften) •Ausarbeitung •Literaturverzeichnis (gegliedert, z. B. in Primär- und Sekundärliteratur, Filme, ...) •Anhang (Bezeichnung des Elements, Seitenzahlen, Dokumentation der praktischen Arbeit, Internetquellen im Ausdruck) • Versicherung 	6	
Anschauungsmaterial	z. B. Fotos, Graphiken, Tabellen mit Quellenangaben	2	
Umfang	gemäß den Vorgaben (8 – 12 Seiten reiner Text)	3	
Zitieren / Belegen	korrektes, den Vorgaben entsprechendes Zitieren, auch Verwendung direkter Zitate an geeigneter Stelle	3	
Summe		17	
Sprachliche Darstellungsleistung			
Gedankengang	<ul style="list-style-type: none"> •Gedanken schlüssig, stringent und klar •Abschnittgliederung •dabei schlüssige Verknüpfung der Gedankenabschnitte 	5	
allgemeinsprachliche Darstellung	<ul style="list-style-type: none"> •flüssiges, dabei begrifflich abstraktes Ausdrucksvermögen, •Schriftsprachlichkeit, •korrekter Satzbau, •sachlich-distanzierte Schreibweise 	8	
fachsprachliche Darstellung	<ul style="list-style-type: none"> •Verwendung von Fachtermini in sinnvollen Zusammenhängen •fachsprachliches Ausdrucksvermögen 	6	
Sprachrichtigkeit	Rechtschreibung, Zeichensetzung, Grammatik	3	
Summe		22	
Methodische Ansprüche			
Themenwahl	Selbstständigkeit der Themenfindung und Eingrenzung	3	
Planung der Arbeit	Zuverlässigkeit der Terminierung der Beratungsgespräche	2	

Grundlagen wissenschaftlichen Arbeitens	Fragestellung und Hypothesenbildung als Voraussetzung der praktischen Arbeit	2	
Methodenkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Auswahl und Bestimmung der Methoden / Arbeitstechniken • Reflexion der Methodenauswahl (Begründung) • Planung der praktischen Arbeit 	8	
Durchführung der praktischen Arbeit	<ul style="list-style-type: none"> • Materialeinsatz / Versuchsaufbau • Beschreibung der Durchführung / Ergebnisse • Diskussion / Auswertung der Ergebnisse • Sorgfalt • Eigenständigkeit • Aufwand 	15	
sinnvolle Literatursauswahl und Verwendung	<ul style="list-style-type: none"> • Zuverlässigkeit der Quellen • Eignung / Relevanz (wissenschaftl. Anspruch) • Verwertbarkeit im Kontext der Arbeit • sachgerechter, souveräner Einsatz 	5	
Summe		35	
Inhaltliche Ansprüche			
Einleitung	<ul style="list-style-type: none"> • Hinführung zum Thema • Grundlagen der Themenfindung • zentrale Fragestellung • Überblick über die gedankliche Gliederung der Arbeit • ggf. Interesse am Thema • ggf. aktuelle oder lokale Bedeutung • ggf. Erwartung an die Arbeit 	4	
Themenbearbeitung	<ul style="list-style-type: none"> • Korrekte, sachgemessene Darstellung • Problemstellung vollständig und richtig erfasst • sachlogische Verknüpfung relevanter Teilaspekte • wissenschaftspropädeutischer Anspruch 	10	
Ausgewogenheit	<ul style="list-style-type: none"> • Gewichtung der Teilaspekte • Gewichtung theoretischer und praktischer Anteile der Arbeit 	4	
Dokumentation der praktischen Arbeit	<ul style="list-style-type: none"> • wissenschaftspropädeutische Darstellung (z. B. Tabellen, Diagramme, Zeichnungen, fachliche Bezeichnungen) • anschauliche Darstellung des Versuchsaufbaus • systematische Darstellung der Versuchs- / Beobachtungsergebnisse • Dokumentation sämtlicher Ergebnisse (ggf. im Anhang) 	15	
Auswertung der praktischen Arbeit	<ul style="list-style-type: none"> • systematische und differenzierte Diskussion der Ergebnisse • Reflexion der Versuchsdurchführung • Methodenreflexion • Überprüfung der Hypothese(n) und Beantwortung der Fragestellung • begründete Stellungnahme / Beurteilung 	9	

Schluss	<ul style="list-style-type: none"> • fokussierte Zusammenfassung der Arbeit und der Ergebnisse (Abstract) • Reflexion der Arbeit insgesamt, ggf. mit Rückgriff auf Aspekte der Einleitung • ggf. Entwicklung weiterführender Fragestellung(en) 	4	
Summe		46	
Abschließende Bewertung		120	

	1+	1	1-	2+	2	2-	3+	3	3-	4+	4	4-	5+	5	5-	6
bis:	114	108	102	96	90	84	78	72	66	60	54	48	40	33	24	0