Schulinternes Curriculum für die Sekundarstufe II Geschwister-Scholl-Gymnasium Velbert

Fach Biologie Sek. II

SEITENZAHLEN ANPASSEN, WENN ALLES AUF G9

Stand: 17.07.2023

Inhalt:

1.	ZIELE UND AUFGABEN DES FACHS BIOLOGIE	3
2.	RAHMENBEDINGUNGEN DER FACHLICHEN ARBEIT	4
3.	ENTSCHEIDUNGEN ZUM UNTERRICHT	6
3.1 Ü	Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben	6
3.2 H	Konkretisierung der Unterrichtsvorhaben	10
3.3 (Grundsätze der Leistungsbewertung	97
4.	FÄCHERÜBERGREIFENDE ASPEKTE	. 103
5.	EINSATZ DIGITALER MEDIEN IM UNTERRICHT	. 144
6.	EXKURSIONEN UND AUßERSCHULISCHE LERNORTE	. 144
7.	DAS FACH BIOLOGIE IM KONTEXT DER EUROPASCHULE	. 145
8.	DER BEITRAG DES FACHS IM RAHMEN DER GANZTAGSSCHULE	. 146
9.	GENDER MAINSTREAMING	. 146
10.	BEITRAG DES FACHS ZUR VERBRAUCHERBILDUNG	. 147
11.	WETTBEWERBE UND ZUKUNETSVISIONEN	. 148

1. Ziele und Aufgaben des Fachs Biologie

Gegenstand der naturwissenschaftlichen Fächer ist die empirisch erfassbare, in formalen Strukturen beschreibbare und durch Technik gestaltbare Wirklichkeit sowie die Verfahrens- und Erkenntnisweisen, die ihrer Erschließung und Gestaltung dienen.

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. Anderer-seits 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 natur-wissenschaftlichen Grundbildung. Gemäß den für alle Bundesländer verbindlichen Bildungsstandards beinhaltet naturwissenschaftliche Grund-bildung, 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 auseinander zu setzen. 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 umweltbewusstes, 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 Erkennt-nisse 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 Gesundheitserziehung sowie zu Fragen des Zusammenlebens und der Lebensplanung.

Er vermittelt den Schülerinnen und Schülern wichtige Erkenntnisse in den Biowissenschaften und macht Entwicklungen transparent, die heute für die Menschen weltweit von grundlegender Bedeutung sind, da sie zunehmend auch politische Entscheidungen beeinflussen und die Fundamente des Wertesystems der Gesellschaft berühren. Der Biologieunterricht bahnt so als Gegenpol zu undifferenzierten, pauschalen Betrachtungen eine faktenbasierte Bewertungskompetenz für ökologisch, ökonomisch und sozial tragfähige Entscheidungen an.

Der Biologie kommt zudem als historischer Naturwissenschaft, die sich auf der Basis der universell gültigen Evolutionstheorie mit der Entstehung und Entwicklung des Lebens auf der Erde und der Humanevolution beschäftigt, eine besondere Bedeutung bei der Vermittlung eines aufgeklärten Menschenbildes zu.

Im Rahmen des allgemeinen Bildungs- und Erziehungsauftrags der Schule unterstützt der Unterricht im Fach Biologie die Entwicklung einer mündigen und sozial verantwortlichen Persönlichkeit und leistet weitere Beiträge zu fachübergreifenden Querschnittsaufgaben in Schule und Unterricht, hierzu zählen u.a.

- Werteerziehung,
- politische Bildung und Demokratieerziehung,
- Bildung für die digitale Welt,
- Bildung für nachhaltige Entwicklung,
- geschlechtersensible Bildung,
- kulturelle und interkulturelle Bildung.

2. Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

Das Geschwister-Scholl-Gymnasium ist eines von drei öffentlichen Gymnasien der Stadt Velbert und wurde dem Standorttypen der Stufe 4 zugeordnet. Es ist ein Ganztagsgymnasium mit bilingualem englischsprachigem Zweig und ist in der Sekundarstufe I dreizügig. Der Unterricht findet im 67,5-minütigem Takt statt (1 Unterrichtsblock).

Durch die Einteilung des Standorttypen gilt für unsere Schülerinnen und Schüler, dass die Mehrheit in elterlichen Wohnungen in Wohngebieten lebt. Aus diesem Grund sind aus biologischer Sicht naturnahe Erlebnisse sowie Beobachtungen von Tieren oder Pflanzen von besonderer Bedeutung. Diese Erlebnisse können durch die geeignete geographische Lage des Schulgebäudes gewährleistet werden, da sowohl der Rinderbach als auch das nahegelegene Wäldchen als biologisches Klassenzimmer genutzt werden können. Gesammelte Objekte können anschließend unter dem Mikroskop untersucht werden oder es können biologische Phänomene beobachtet und analysiert werden.

Des Weiteren erfüllt das Fach Biologie das Leitbild des Geschwister-Scholl-Gymnasiums, indem es aktiv das Ganztags- sowie das Europaschulkonzept ergänzt und mittels verschiedener Angebote mitgestaltet (s. Kapitel 7. und 8.). Das Schulprogramm wird stets bei inner- und außerunterrichtlichen Projekten eingehalten.

Das Fach Biologie wird in der Sekundarstufe I von Klasse 5 bis Klasse 9 durchgängig unterrichtet. Nur in der Stufe 7 wird das Fach Biologie nicht erteilt. In der Sekundarstufe II kann das Fach Biologie sowohl als Grundkurs als auch als Leistungskurs gewählt werden. Im Detail ergibt sich folgende Konstellation für die G9-Jahrgänge:

Klasse/Jgst.	Anzahl Blöcke pro Woche 1.
	нЈ/2. НЈ
5	1/1
6	1/1
7	0/0
8*	1/1
9*	1/1
10*	1/1

^{*}gültig ab G9. Die aktuellen Klassen 8 bis 10 werden noch nach dem G8 Lehrplan unterrichtet.

Für das Fach Biologie sind in der Sekundarstufe I die Kernlehrpläne des Landes NRW verbindlich. Die Kernlehrpläne beschreiben detailliert die von den Schülerinnen und Schülern zu entwickelnden Kompetenzen und geben Themenbereiche verbindlich vor.

3. Entscheidungen zum Unterricht in der Sekundarstufe II

3.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben

Einführungsphase

Unterrichtsvorhaben I: Aufbau und Funktion der Zelle

Inhaltsfeld 1: Zellbiologie

Inhaltliche Schwerpunkte: Aufbau der Zelle, Fachliche Verfahren: Mikroskopie

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:

- 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)
- Zeitbedarf: ca. 16 Std. à 67,5 Minuten

Fachschaftsinterne Absprachen:

• Lichtmikroskopie, Präparation und wissenschaftliche Zeichnungen werden praktisch durchgeführt

Beiträge zu den Basiskonzepten:

Struktur und Funktion:

• Kompartimentierung der eukaryotischen Zelle

Individuelle und evolutive Entwicklung:

• Zelldifferenzierung bei der Bildung von Geweben

Unterrichtsvorhaben II: Biomembranen

Inhaltsfeld 1: Zellbiologie

Inhaltliche Schwerpunkte: Biochemie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von osmotischen Vorgängen

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:

- 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)
- Zeitbedarf: ca. 14 Std. à 67,5 Minuten

Unterrichtsvorhaben III: Mitose, Zellzyklus und Meiose

Inhaltsfeld 1: Zellbiologie

Aufbau und Funktion der Zelle

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

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:

- Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)
- Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)

Fachschaftsinterne Absprachen:

• ggf. Experimente zu Diffusion/Osmose

Beiträge zu den Basiskonzepten:

Information und Kommunikation:

• Prinzip der Signaltransduktion an Zellmembranen

Steuerung und Regelung:

• Prinzip der Homöostase bei der Osmoregulation

Fachschaftsinterne Absprachen:

Mikroskopie

Beiträge zu den Basiskonzepten:

Stoff- und Energieumwandlung:

• Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)

• Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)

• Zeitbedarf: ca. 14 Std. à 67,5 Minuten

 Energetischer Zusammenhang zwischen auf- und abbauendem Stoffwechsel

Unterrichtsvorhaben IV: Energie, Stoffwechsel und Enzyme

Inhaltsfeld 1: Zellbiologie

Inhaltliche Schwerpunkte: Physiologie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von Enzymaktivitäten

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:

- Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren
 (E)
- Informationen aufbereiten (K)
- Zeitbedarf: ca. 16 Std. à 67,5 Minuten

Fachschaftsinterne Absprachen:

Beiträge zu den Basiskonzepten:

Stoff- und Energieumwandlung:

• Energetischer Zusammenhang zwischen auf- und abbauendem Stoffwechsel

• Summe Einführungsphase: 60 Stunden

GRUNDKURS: Qualifikationsphase 1

Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie

- UV Q1.1 GK Energieumwandlung in lebenden Systemen
- UV Q1.2 GK Glucosestoffwechsel Energiebereitstellung aus Nährstoffen
- UV Q1.3 GK Fotosynthese Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie

Inhaltsfeld 4: Ökologie

- UV Q1.4 GK Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen
- UV Q1.5 GK Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften
- UV Q1.6 GK Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen

Inhaltsfeld 2: Neurobiologie

• UV Q1.7 GK Informationsübertragung durch Nervenzellen

LEISTUNGSKURS: Qualifikationsphase 1

Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie

- UV Q1.1 LK Energieumwandlung in lebenden Systemen
- UV Q1.2 LK Glucosestoffwechsel Energiebereitstellung aus N\u00e4hrstoffen
- UV Q1.3 LK Fotosynthese Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie
- UV Q1.4 LK Fotosynthese natürliche und anthropogene Prozessoptimierung

Inhaltsfeld 4: Ökologie

- UV Q1.5 LK Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen
- UV Q1.6 LK Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften
- UV Q1.7 LK Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen

Inhaltsfeld 2: Neurobiologie

- UV Q1.8 LK Erregungsentstehung und Erregungsleitung an einem Neuron
- UV Q1.9 LK Informationsweitergabe über Zellgrenzen

3.2 Konkretisierung der Unterrichtsvorhaben

EF UV I: Aufbau und Funktion der Ze	elle		
Inhaltliche Schwerpunkte: • Aufbau der Zelle, Fachliche Verfahren: Mikroskopie Zeitbedarf: ca. 16 Std. à 67,5 Minuten		Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler können	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzer- wartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler 	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
SI-Vorwissen		Z.B. muliple-choice- Test zu Zelle, Ge- webe, Organ und Or- ganismus	Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz: SI-Vorwissen wird ohne Benotung ermittelt (z.B. Selbstevaluationsbogen) auf Basis der in der Jgst. 9 ausgegebenen Übersicht über grundlegende Kenntnisse
Mikroskopie: Welche Strukturen können bei prokaryotischen und eukaryotischen Zellen mithilfe ver- schiedener mikroskopischer Techni- ken sichtbar gemacht werden?	vergleichen den Aufbau von prokaryotischen und eukaryotischen Zellen (S1, S2, K1, K2, K9). begründen den Einsatz unterschiedlicher mikroskopischer Techniken für verschiedene Anwendungsgebiete (S2, E2, E9, E16, K6).	Mikroskopie und Modelle	 Vergleich der Zellgrößen durch Mikroskopieren verschiedener Präparate von Prokaryoten und Eukaryoten mit dem Lichtmikroskop (S1) Recherche in analogen sowie digitalen Medien etwa zu Zellgrößen bei Bakterien, Einzellern und anderen eukaryotischen Zellen (K1, K2) Vergleich des Grundbauplans von pro- und eukaryotischen Zellen unter Berücksichtigung der Kompartimentierung (S2) Erläuterung des Verfahrens der Lichtmikroskopie und Begründung der Grenzen lichtmikroskopischer Auflösung (K6) Ableitung der Unterschiede zwischen Licht- und Fluoreszenzmikroskopie sowie Elektronenmikroskopie in Bezug auf technische Entwicklung, Art des eingesetzten Präparates, erreichte Vergrößerung und Begrün-

			dung der unterschiedlichen Einsatzgebiete in der Zell- biologie (E2, E9, K9)
Zelle als System: Wie ermöglicht das Zusammenwirken der einzel- nen Zellbestandteile die Lebens- vorgänge in einer Zelle?	erklären Bau und Zusammen- wirken der Zellbestandteile eukaryotischer Zellen und er- läutern die Bedeutung der Kompartimentierung (S2, S5, K5, K10).	elektronenmikrosko- pische Bilder sowie 2D- Modelle/Sche- mata zu tierischen, pflanzlichen und bak- teriellen Zellen Stationenlernen zu Zellorganellen und zur Dichtegradien- tenzentrifugation	 Aktivierung von Vorwissen aus der → Sek I: Kennzeichen des Lebendigen Erläuterung von Aufbau und Funktion von verschiedenen Zellbestandteilen pflanzlicher und tierischer Zellen anhand von Modellen und elektronenmikroskopischen Aufnahmen (S2, K10) Erklärung des Zusammenwirkens von Organellen, die am Membranfluss beteiligt sind (K5) Vergleich des Aufbaus von Mitochondrien und Chloroplasten und Ableitung der jeweiligen Kompartimente (S2) Erläuterung der Bedeutung der Kompartimentierung
Entstehung: Welche Erkenntnisse über den Bau von Mitochondrien und Chloroplasten stützen die En- dosymbiontentheorie?	erläutern theoriegeleitet den pro- karyotischen Ursprung von Mito- chondrien und Chloroplasten (E9, K7).	Erstellen eines selbsterklärenden Modells (Plastik/Schema/Animation etc.) zur Erklärung der Endosymbiontentheorie für zufällig bestimmte Adressaten.	 der eukaryotischen Zelle (S5) Analyse der Besonderheiten von Mitochondrien und Chloroplasten (äußere und innere Membran, Vermehrung durch Teilung, Genom, Ribosomen) un-ter Einbezug proximater 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)
Zelldifferenzierung: Welche morphologischen Angepasstheiten weisen verschiedene Zelltypen von Pflanzen und Tieren in Bezug auf ihre Funktionen auf?	pen mithilfe mikroskopischer Verfahren (S5, E7, E8, E13, K10).	Mikroskopieren von ver- schiedenen Zelltypen (Empfehlung: Knochen, Knorpel, Muskulatur, Leber, Darmzotten https://www.schulent- wicklung.nrw.de/material- datenbank/mate- rial/view/6050	 Mikroskopie von Fertigpräparaten verschiedener Tierzellen im Gewebeverband (E7, E8) Mikroskopie von ausdifferenzierten Pflanzenzellen (E8) Analyse der Angepasstheiten von verschiedenen Laubblättern (Blattquerschnitte von Sonnen- und Schattenblättern, Kiefernnadeln, Maisblatt) im Hinblick auf Fotosynthese und Transpiration (K10) Anfertigung wissenschaftlicher Zeichnungen zur Dokumentation und Interpretation der beobach-

Vielzeller vs. Einzeller:		https://www.schu- lentwicklung.nrw.de/ma- terialdatenbank/mate- rial/view/6048	-	teten Strukturen unter Berücksichtigung der Angepasstheit der Zelltypen 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)
Welche Vorteile haben einzellige und				
	vergleichen einzellige und vielzellige Lebewesen und erläutern die jeweiligen Vorteile ihrer Organisationsform (S3, S6, E9, K7, K8).		-	Erläuterung der unterschiedlichen Organisationsformen innerhalb der Chlamydomonadales (Grünalgen-Reihe) und Ableitung der Eigenschaften von Vielzellern (Arbeitsteilung, Kommunikation, Fortpflanzung) anhand von Volvox [2] (S3, E9) Diskussion der Vorteile verschiedener Organisationsformen bei Berücksichtigung der Unterschiede zwischen proximaten und ultimaten Erklärungen sowie funktionalen und kausalen Erklärungen [2] [3] (K7, K8)

Diagnose von Schülerkompetenzen:

• SI-Vorwissen wird ohne Benotung ermittelt (z.B. Selbstevaluationsbogen)

Leistungsbewertung:

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

EF UV II: Biomembranen

Inhaltsfeld: IF 1 (Biologie der Zelle)

Inhaltliche Schwerpunkte: • Funktion des Zellkerns • Zellverdopplung und DNA Zeitbedarf: ca. 14 Std. à 67,5 Minuten		 Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler können 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) 	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzer- wartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfeh- lungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
Erhebung und Reaktivierung von SI-Vorwissen		Cluster (Von jedem SuS selbst erstellt und von der Lehrkraft eingesammelt für spätere Evaluation des Lernzuwachses)	 Verbindlicher Beschluss der Fachkonferenz: SI-Vorwissen wird ermittelt und reorganisiert. (Elemente, kovalente Bindungen, polare Bindungen, Wasser als polares Molekül, Ionen)
Moleküle des Lebens: Wie hängen Strukturen und Eigenschaften der Moleküle des Lebens zusammen?	erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6).		 Erläuterung des Aufbaus und der Eigenschaften von Kohlenhydraten, Lipiden und Proteinen sowie der Nukleinsäuren auch unter Berücksichtigung der Variabilität durch die Kombination von Bausteinen (K6)
Biomembran: Wie erfolgte die Aufklärung der Struktur von Bio- membranen und welche Erkennt- nisse führten zur Weiterentwick- lung der jeweiligen Modelle?	stellen den Erkenntniszuwachs zum Aufbau von Biomembranen durch technischen Fortschritt und Modellierungen an Beispielen dar (E12, E15–17).	SINUS.NRW-Material: https://www.schulent- wicklung.nrw.de/si- nus/front_con- tent.php?idcat=2904⟨ =9	 Ableitung des Modells von Gorter und Grendel aus der Analyse von Erythrocyten-Membranen Erklärung der Veränderungen zum Sandwich-Modell von Davson und Danielli Erläuterung des Fluid-Mosaik-Modells anhand von 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)

Funktion der Biomembran: Wie können Zellmembranen einerseits die Zelle nach außen abgrenzen und andererseits doch durchlässig für Stoffe sein?	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,	Informationstexte und Abbildungen Filme/Animationen Arbeitsblätter zu Transportproteinen	-	Experimente zu Diffusion und Osmose (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).
Signaltransduktion: Wie können extrazelluläre Botenstoffe, wie zum Beispiel Hormone, eine Reaktion in der Zelle auslösen? Zell-Zell-Erkennung: Welche Strukturen sind für die Zell-Zell-Erkennung in einem Organismus verantwortlich?	und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6).	QUALIS-Material: https://www.schulentwick- lung.nrw.de/materialdaten- bank/material/view/6051	-	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)
		Fallbeispiel zur Organtrans- plantation	-	Aktivierung von Vorwissen aus der → Sek I zur Immun- antwort auf körperfremde Organe Ableitung der Vielzahl von Oberflächenstrukturen ei- ner Zelle aufgrund der Variationsmöglichkeiten von Glykolipiden und Glykoproteinen und Erklä-rung der

Spezifität dieser Oberflächenstrukturen (S2)

- Erläuterung der Möglichkeiten der Zell-Zell-Erkennung aufgrund spezifischer Bindung von Oberflächenstrukturen nach dem Schüssel-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)

Diagnose von Schülerkompetenzen:

• Clusterevaluation am Ende der Unterrichtreihe

Leistungsbewertung:

- multiple-choice-Test
- ggf. Klausur

EF UV III: Mitose, Zellzyklus und Meiose

Inhaltsfeld 1: Zellbiologie

Zeitbedarf: ca. 14 Std. à 67,5 Minuten

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)

-	Inhaltliche As- pekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
-	Mitose: Chromosomen, Cytoskelett Zellzyklus: Regulation	- erklären die Bedeutung der Regulation des Zellzyklus für Wachstum und Entwicklung (S1, S6, E2, K3).	Wie verläuft eine kontrollierte Vermehrung von Körperzellen? (ca. 4 Ustd.)	 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)
		- begründen die medizinische Anwendung von Zellwachstumshemmern (Zytostatika) und nehmen zu den damit verbundenen Risiken Stellung (S3, K13, B2, B6–9).	Wie kann unkontrolliertes Zell- wachstum gehemmt werden und welche Risiken sind mit der Behandlung verbunden? (ca. 1 Ustd.)	 Kontext: Behandlung von Tumoren mit Zytostatika zentrale Unterrichtssituationen: Definition des Krankheitsbildes Krebs und Bedeutung von Tumoren [1] Recherche zu einem Zytostatikum und Erstellung eines Infoblattes mit Wirkmechanismus und Nebenwirkungen zur Erläuterung der Wirkungsweise (das Infoblatt sollte auch fachübergreifende Aspekte beinhalten) [2] konstruktiver Austausch über die Ergebnisse, Fokussierung auf die unspezifische Wirkung von Zytostatika (→ Ausblick auf Möglichkeiten personalisierter Medizin) (K13) Abschätzung von Nutzen und Risiken einer Zytostatikatherapie basierend auf den erhaltenen Ergebnissen, dabei sollen unterschiedliche Perspektiven eingenommen und Handlungsoptionen berücksichtigt werden (B8)

- Inhaltliche As- pekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	- diskutieren kontroverse Positionen zum Einsatz von embryonalen Stammzellen (K1-4, B1–6, B10–12).	Welche Ziele verfolgt die Forschung mit embryonalen Stammzellen und wie wird diese Forschung ethisch bewertet? (ca. 3 Ustd.)	 Kontext: Unheilbare Krankheiten künftig heilen? zentrale Unterrichtssituationen: Beschreibung der Pluripotenz embryonaler Stammzellen und Erklärung der Bedeutung im Zusammenhang mit dem Zellzyklus sowie der Entstehung unterschiedlicher Gewebe Recherche von Zielen der embryonalen Stammzellforschung [3-6] Identifikation der Gründe für die besondere ethische Relevanz des Einsatzes von embryonalen Stammzellen Benennung von Werten, die verschiedenen Positionen zugrunde liegen können und Beurteilung von Interessenlagen (B4, B5) Entwicklung von notwendigen Bewertungskriterien, um zu einem begründeten Urteil zu kommen. Reflexion von kurz- und langfristigen Folgen von Entscheidungen sowie Reflexion des Bewertungsprozesses (B10, B11) Hinweis: Der Fokus liegt hier nicht auf der detaillierten Kenntnis von Stammzelltypen, sondern auf der Frage, welche Argumente für und gegen die Nutzung von embryonalen Stammzellen für die Medizin möglich sind. Voraussetzung dafür ist im Wesentlichen das Wissen um die Pluripotenz der embryonalen Stammzellen.
 Karyogramm: Genommutatio- nen, Chromoso- men-mutationen Meiose Rekombination 	- erläutern Ursachen und Auswir- kungen von Chromosomen- und Genommutationen (S1, S4, S6, E11, K8, K14).	Nach welchem Mechanismus erfolgt die Keimzellbildung und welche Mutationen können dabei auftreten? (ca. 4 Ustd.)	 Kontext: Karyogramm einer an Trisomie 21 erkrankten Person zentrale Unterrichtssituationen: Aktivierung von Vorwissen: Beschreibung und Analyse des Karyogramms einer Person mit Trisomie 21 unter Verwendung der bisher gelernten Fachbegriffe (→Sek I) Vergleich von Karyogrammen bei freier Trisomie 21 und Translokationstrisomie zur Identifikation von Chromosomen- und Genommutationen in Karyogrammen: Beschreibung der Unterschiede, Entwicklung von Fragestellungen und Vermutungen zu den Abweichungen Erläuterung von Ursachen und Auswirkung der Genommutation Definition der unterschiedlichen Formen von Chromosomenmutationen Reaktivierung des Vorwissens (→Sek I: Meiose und Befruchtung,) Vertiefende Betrachtung der Meiose Erläuterung der Ursachen der Trisomie 21 Betrachtung der Unterschiede zur Mitose, vor allem im Hinblick auf die Reduktion des Chromosomensatzes bei der Gametenreifung.

	nhaltliche As- ekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
				- Herausstellung der Vorteile sexueller Fortpflanzung: interchromosomale und intrachromosomale Rekombination (S6)
m	nalyse von Fa- nilienstamm- äumen	- wenden Gesetzmäßigkeiten der Vererbung auf Basis der Meiose bei der Analyse von Familien- stammbäumen an (S6, E1–3, E11, K9, K13).	Inwiefern lassen sich Aussagen zur Vererbung genetischer Er-krankungen aus Familienstammbäumen ableiten? (ca. 2 Ustd.)	 Kontext: Familienfoto zeigt phänotypische Variabilität unter Geschwistern zentrale Unterrichtssituationen: 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 Kontext: Familienberatung mithilfe der Analyse eines Familienstammbaums zu einem genetisch bedingten Merkmal zentrale Unterrichtssituationen: Aktivierung von Vorwissen: Regeln der Vererbung (Gen- und Allelbegriff, Familienstammbäume) (→Sek I) Analyse von Familienstammbäumen, dabei Beachtung der Schritte der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung [7-8]

Diagnose von Schülerkompetenzen:

• SI-Vorwissen wird ohne Benotung ermittelt (z.B. Selbstevaluationsbogen)

Diagnose von Schülerkompetenzen:

• Clusterevaluation am Ende der Unterrichtreihe

Leistungsbewertung:

• multiple-choice-Test ggf. Klausur

EF UV IV: Energie, Stoffwechsel und Enzyme	Fachschaftsinterne Absprachen
Inhaltsfeld 1: Zellbiologie	
Zeitbedarf: ca. 16 Std. à 67,5 Minuten	
Inhaltliche Schwerpunkte:	Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten:
Physiologie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von Enzymaktivitäten	Stoff- und Energieumwandlung:
Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:	Energetischer Zusammenhang zwischen auf- und abbauendem Stoffwechsel
Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)	
Informationen aufbereiten (K)	

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Anabolismus und Katabolismus Energieumwandlung: ATP-ADP-System	beschreiben die Bedeutung des ATP-ADP-Systems bei auf- und abbauenden Stoffwechselprozessen (S5, S6).	Welcher Zusammenhang besteht zwischen aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel in einer Zelle stofflich und ener- getisch? (ca. 8 Ustd.)	Kontext: "Du bist, was du isst" – Umwandlung von Nahrung in körpereigene Substanz zentrale Unterrichtssituationen: 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 [1] Verdeutlichung des Grundprinzips der energetischen Kopplung durch Energieüberträger Erläuterung des ATP-ADP-Systems unter Verwendung einfacher Modellvorstel-
Energieumwandlung: Redoxreaktionen			Kontext: "Chemie in der Zelle"- Redoxreaktionen ermöglichen den Aufbau und Abbau von Stoffen zentrale Unterrichtssituationen: Aktivierung von Vorwissen (→Sek I Chemie): Redoxreaktion als Elektronen- übertragungsreaktion, 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 Reduktions- äquivalenten 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

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Enzyme: Kinetik	erklären die Regulation der Enzymaktivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9).	Wie können in der Zelle bioche- mische Reaktionen reguliert ab- laufen? (ca. 8 Ustd.)	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)
Untersuchung von En- zymaktivitäten	entwickeln Hypothesen zur Abhängig- keit der Enzymaktivität von verschie- denen Faktoren und überprüfen diese mit experimentellen Daten (E2, E3, E6, E9, E11, E14). beschreiben und interpretieren Dia- gramme zu enzymatischen Reaktionen (E9, K6, K8, K11).		Kontext: Die Enzymaktivität ist abhängig von Umgebungsbedingungen. zentrale Unterrichtssituationen: 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).
Enzyme: Regulation	erklären die Regulation der Enzym-ak- tivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9).		Kontext: "Alkohol verdrängt Alkohol": Eine Methanol-Vergiftung kann mit Ethanol behandelt werden. zentrale Unterrichtssituationen: Erweiterung der Modellvorstellung zu Enzymen durch die Darstellung der kompetitiven Hemmung (E12)

Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler	Sequenzierung: Leitfragen	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
			Erläuterung der Modellvorstellung zur allosterischen Hemmung und Beurteilung von Grenzen der Modellvorstellungen Erarbeitung der Enzymaktivität durch kompetitive und allosterische Hemmung anhand von Diagrammen (K9) Erläuterung der Aktivierung von Enzymen und die Bedeutung von Cofaktoren [2], Beschreibung einer Reaktion mit ATP und ggf. NADH+H ⁺ als Cofaktor unter Nutzung modellhafter Darstellungen, dabei Rückbezug zur Darstellung des Zusammenhangs von katabolen und anabolen Stoffwechselwegen. [1]

Diagnose von Schülerkompetenzen:

- SI-Vorwissen wird ohne Benotung ermittelt (z.B. Selbstevaluationsbogen)
- Clusterevaluation am Ende der Unterrichtreihe

Leistungsbewertung:

• multiple-choice-Test ggf. Klausur

GRUNDKURS

UV Q1.1 GK Energieumwandlung in lebenden Systemen Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte
Wie wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in nutzbare Energie um? • Energieumwandlung • Energieentwertung • Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel • ATP-ADP-System • Stofftransport zwischen den Kompartimenten Chemiosmotische ATP-Bildung (ca. 4 Ustd.)	stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Gluco- sestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und er- läutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwand- lung (S1, S7, K9).	 Kontext: Leben und Energie - Lebensvorgänge in Zellen können nur mit Energiezufuhr ablaufen. Zentrale Unterrichtssituationen: 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 Beschreibung der grundlegenden Funktionsweise des Transmembranproteins ATP-Synthase in lebenden Systemen

Weiterführende Materialien und Bausteine des Medienkonzepts Q1.1 GK:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6085	Arbeitsmaterial zu den Grundlagen der ATP-Bildung in Zellen unter Berücksichtigung des Vorwissens aus der Einführungsphase und der Modellierung einer Energieumwandlung im Pumpspeicherkraftwerk
2	https://www.chemie-schule.de/KnowHow/Chemiosmotische Kopplung	Anschauliche Erklärung des Grundprinzips der chemiosmotischen Kopplung

UV Q1.2 GK Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie

Sequenzierung:	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kern-	Didaktisch-methodische Anmerkungen und
Fragestellungen	lehrplans	Empfehlungen
inhaltliche Aspekte	Schülerinnen und Schüler können	Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte
Wie kann die Zelle durch den schritt- weisen Abbau von Glucose nutzbare	- stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucose-	Kontext:
Energie bereitstellen?	stoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläu- tern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung	Keine Power ohne Nahrung – Bei heterotrophen Organismen ist die ATP-Synthese an die Oxidation von Nährstoffmolekülen gekoppelt. [1]
Feinbau Mitochondrium	(S1, S7, K9).	Zentrale Unterrichtssituationen:
Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbon-		 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)
säure-zyklus und Atmungskette Redoxreaktionen		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
(ca. 5 Ustd.)		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.
		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 NADH+H⁺ als Elektronendonator zur Aufrechterhaltung des Protonengradienten
		Übersichtsschema vervollständigen und Aufstellen einer Gesamtbilanz der Zellatmung (K9)
Wie beeinflussen Nahrungsergän- zungsmittel als Cofaktoren den Ener-	erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in rechretefingen Beschlängung zum des Stafftwechends (SZ)	Kontext:
giestoffwechsel?	mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels (S7, E1–4, E11, E12).	Mikronährstoffpräparate beim Sport – Lifestyle oder notwendige Ergänzung?
	nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergän-	Zentrale Unterrichtssituationen:
Stoffwechselregulation auf Enzymebene		- Reaktivierung des Vorwissens zu enzymatischen Reaktionen und der Enzymregulation durch Aktivatoren und Inhibitoren z. B. unter Verwendung einfache, modellhafter Abbildungen (②EF)
(ca. 2-3 Ustd.)		- Reaktivierung der Kenntnisse zu Cofaktoren z.B. am Beispiel von Mineralstoff- oder Vitaminprä- paraten als Nahrungsergänzungsmittel (NEM) [2, 3]
		Bewertungsprozess: Abwägung von Handlungsoptionen und kriteriengeleitete Meinungsbildung sowie Entscheidungsfindung (B9) [5]

Weiterführende Materialien und Bausteine des Medienkonzepts Q1.2 GK:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
-----	---------------------	-------------------------------------------

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

UV Q1.3 GK Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie

Sequenzierung:	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kern-	Didaktisch-methodische Anmerkungen und
Fragestellungen	lehrplans	Empfehlungen
inhaltliche Aspekte	Schülerinnen und Schüler können	Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte
Von welchen abiotischen Faktoren ist	- analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Foto-	Kontext:
die autotrophe Lebensweise von Pflan- zen abhängig?	syntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11).	Solarenergie sichert unsere Ernährung – Pflanzen sind Selbstversorger und Primärproduzenten
Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abioti-		Zentrale Unterrichtssituationen:
schen Faktoren		- Reaktivierung der Bruttogleichung der Fotosynthese (2 Sek I) und Beschreibung der Stärke- und Sauerstoffproduktion als ein Maß für die Fotosyntheseaktivität.
(ca. 4 Ustd.)		 Messung der Sauerstoffproduktion bei der Wasserpest, z. B. mithilfe einer Farbreaktion [1] oder bei Efeu [2], dabei Variation der äußeren Faktoren und Berücksichtigung der Variablen- kontrolle (E6)
		- Auswertung der Ergebnisse, Abgleich mit Literaturwerten und Rückbezug auf Hypothesen (E 9–11)
Welche Blattstrukturen sind für die Fo-	- erklären funktionale Angepasstheiten an die fotoautotro-	Kontext:
tosynthese von Bedeutung? Funktionale Angepasstheiten:	phe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4, S5, S6, E3, K6–8).	Stärkenachweis in panaschierten Blättern – die Fotosynthese findet nur in grünen Pflanzenteilen statt
Blattaufbau (ca. 4 Ustd.)		Zentrale Unterrichtssituationen:
(ca. 4 osta.)		- 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 Angepasstheiten von Sonnen- und Schattenblättern (E3), Auswertung von Daten zur Fotosyntheserate
		- ggf. Korrektur finaler Erklärungen der Angepasstheiten (K7)
Welche Funktionen haben Fotosynthe-	- erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den	Kontext:
sepigmente?	durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13).	Der Engelmann-Versuch- Die Fotosyntheseleistung ist abhängig von der Wellenlänge des Lichts.
Funktionale Angepasstheiten:	LO, E13).	Zentrale Unterrichtssituationen:
Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, Feinbau Chloroplast		 Auswertung des Engelmann-Versuchs und Erklärung des ungleichmäßigen Bakterienwachstums entlang der fädigen Alge [4]
Chromatografie		- Herstellen eines Zusammenhangs zwischen dem Absorptionsspektrum einer Rohchlorophylllösung und dem Wirkungsspektrum der Fotosynthese
(ca. 1-3 Ustd.)		- Wiederholung des Feinbaus eines Chloroplasten und Verortung der Pigmente in der Thylakoid- membran

		Reflexion des Erkenntnisgewinnungsprozesses (z.B. Einsatz analytischer Verfahren, historischer Experimente und Modelle) (E13)
Wie erfolgt die Umwandlung von Lich-	- erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekun-	Kontext:
tenergie in chemische Energie?	därreaktionen der Fotosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht (S2, S7, E2, K9).	Chloroplasten als Lichtwandler – Wie erfolgt die Synthese von Glucose mit Hilfe von Sonnen- licht?
Chemiosmotische ATP-Bildung		Zentrale Unterrichtssituationen:
Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen,		- Erstellung eines Übersichtsschemas für die Fotosynthese mit einer Unterteilung in Primärreaktion und Sekundärreaktion unter Berücksichtigung der Energieumwandlung von Lichtenergie in
Calvin-Zyklus:		ATP und der Bildung von Glucose unter ATP-Verbrauch (K9)
Fixierung, Reduktion, Regeneration Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel		- 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 (©UV1)
(ca. 4 Ustd.)		- Erläuterung der Teilschritte des Calvin-Zyklus, dabei Fokussierung auf die Kohlenstoffdioxidfi- xierung durch das Enzym Rubisco, das Recyclingprinzip von Energie- und Reduktionsäquivalen- ten 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

Weiterführende Materialien und Bausteine des Medienkonzepts Q1.3 GK:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.bio-logisch-nrw.de/aufgabenarchiv	Aufgabe 5 aus dem Jahr 2015 ("Alles im grünen Bereich") beschreibt das einfache und aussagekräftige experimentelle Design mit Efeuplättchen.
2	https://www.chemie-schule.de/KnowHow/Engelmannscher Bakterienversuch	Anschauliche Erklärung und Verlinkung zu einer kurzen Animation
3	https://medienportal.siemens-stiftung.org/de/chromatografie-von-chlorophyll-109310	Arbeitsmaterial mit Videolink, Differenzierungsmaterial und Lösungen zur Chromatografie von Blattfarbstoffen

UV Q1.4 GK Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen Inhaltsfeld 4: Ökologie

		_
Sequenzierung: Fragestellungen	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kern- lehrplans	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
inhaltliche Aspekte	Schülerinnen und Schüler können	Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte
Welche Forschungs- gebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Ökolo- gie?	- erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem (S5–7, K8).	 Kontext: Modellökosysteme, z.B. Flaschengarten Zentrale Unterrichtssituationen: Reaktivierung des Vorwissens zu zentralen Begriffen der Ökologie (→ SI) Darstellung des Wirkungsgefüges von Umweltfaktoren, Lebensvorgängen und Wechselbezie-
Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren. (ca. 1-2 Ustd.)		 balstellung des Wirkungsgeldges von Ontweltlaktoren, Lebensvorgangen und Wechselbezie- hungen von Lebewesen im gewählten Modellökosystem z. B. 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 Unter- suchung des Zusammenwirkens von abiotischen und biotischen Faktoren im Verlauf der Unter- richtsvorhaben zur Ökologie eine Rolle spielen (Advance Organizer)
Inwiefern bedingen abiotische Faktoren die Verbreitung von Lebewesen?	- untersuchen auf der Grundlage von Daten die physiologische und ökologische Potenz von Lebewesen (S7, E1-3, E9, E13).	Kontext: Eine Frage der Perspektive – Für Wüstenspringmäuse ist die Wüste kein extremer Lebensraum
Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven (ca. 5 Ustd.)		 Zentrale Unterrichtssituationen: Herstellung eines Zusammenhangs zwischen einer langfristigen standortspezifischen Verfügbarkeit / Intensität eines Umweltfaktors und den entsprechenden Angepasstheiten bei Tieren z. B. am Beispiel des Umweltfaktors Wasser (ggf. Reaktivierung des Vorwissens zu morphologischen und physiologischen Angepasstheiten bei Pflanzen → UV 3 Stoffwechselphysiologie) Interpretation von Toleranzkurzen eurythermer und stenothermer Lebewesen. Erklärung der unterschiedlichen physiologischen Temperaturtoleranz ausgewählter Lebewesen unter Berücksichtigung des Basiskonzepts Steuerung und Regelung
		Erweiterung des Konzepts der physiologischen Toleranz durch die Analyse von Daten aus Mehrfaktorenexperimenten, kritische Betrachtung der Übertragbarkeit der in Laborversuchen gewonnenen Daten auf die Situation im Freiland (E13)

Sequenzierung: Fragestellungen	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kern- lehrplans	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Fragestellungen	·	
inhaltliche Aspekte	Schülerinnen und Schüler können	Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte
Welche Auswirkungen hat die Konkur-	- analysieren die Wechselwirkungen zwischen Lebewesen	Kontext:
renz um Ressourcen an realen Standor-	hinsichtlich intra- und interspezifischer Beziehungen (S4,	Vergleich der Standortbedingungen für ausgewählte Arten in Mono- und Mischkultur
ten auf die Verbreitung von Arten?	S7, E9, K6–K8).	Zentrale Unterrichtssituationen:
Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz,	- erläutern die ökologische Nische als Wirkungsgefüge (S4, S7, E17, K7, K8).	Erläuterung des Konkurrenzbegriffs am Beispiel der intra- und der interspezifischen Konkurrenz, z. B. von Baumarten oder Gräsern in Mono- und Mischkultur (S7)
Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische		Erklärung der ökologischen Potenz mit dem Zusammenwirken von physiologischer Toleranz und der Konkurrenzstärke um Ressourcen (E9, K6–8)
Potenz		Erläuterung des Konzepts der "ökologischen Nische" als Wirkungsgefüge aller biotischen und
Ökologische Nische		abiotischen Faktoren, die das Überleben der Art ermöglichen (vertiefende Erarbeitung der Merkmale interspezifischer Beziehungen → UV 2 Ökologie)
(ca. 5 Ustd.)		Herausstellen der Mehrdimensionalität des Nischenmodells und der ultimaten Erklärung der Einnischung (K7, E17)
Wie können Zeigerarten für das Öko-	- bestimmen Arten in einem ausgewählten Areal und	Kontext:
system- management genutzt werden?	begründen ihr Vorkommen mit dort erfassten ökologischen Faktoren (E3, E4, E7–9, E15, K8).	Zeigerorganismen in See/Bach geben Aufschluss über den Zustand von Ökosystemen
	- analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein	Zentrale Unterrichtssituationen:
Ökosystemmanagement: Ursache-Wir- kungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen,	ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14).	• Erfassung von Arten in Gewässer/Bach unter Verwendung eines Bestimmungsschlüssels (ggf. digital) und ggf. Recherche der Zeigerwerte/Saprobienindex dominanter Arten, Aufstellen von Vermutungen zur Gewässerbeeinflussung (E3, E4, E7–9) [1]
Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal		Sensibilisierung für den Zusammenhang von Korrelation und Kausalität (K8) und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses (E15)
(ca. 3 Ustd.)		Internetrecherche zur ökologischen Problematik von intensiver Grünlandbewirtschaftung (Fett-
+ Exkursion		wiesen) auf anliegende Gewässer, Begründung von Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen von heimischen, artenreichen Gewässersystemen und angepasster landwirtschaftlicher Strukturen (K11–14) [2,3]

Weiterführende Materialien und Bausteine des Medienkonzepts Q1.4 GK:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	http://eh-da-flaechen.de/index.php/eh-da-flaechen/was-sind-eh-da-flaechen	Informationen zu Ausgleichsflächen und Eh-da-Flächen-Projekten, die sich auch im direkten Umfeld der Schülerinnen und Schüler realisieren lassen.

UV Q1.5 GK Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften Inhaltsfeld 4: Ökologie

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte
In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar? Interspezifische Beziehungen: Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen	- analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6-K8).	 Kontext: Gut vernetzt – Wechselwirkungen in Biozönosen Zentrale Unterrichtssituationen: Beschreibung der charakteristischen Merkmale von Konkurrenz (→ UV1 Ökologie), Räuber-Beute-Beziehung: u.a. Lotka Volterra Regeln, 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)
(ca. 5 Ustd.)		 Analyse der Angepasstheiten ausgewählter interagierenden 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)
Wie können Aspekte der Nachhaltigkeit im Ökosystemmanagement verankert werden? Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität	- erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10).	Kontext: Pestizideinsatz in der Landwirtschaft Zentrale Unterrichtssituationen: • Analyse eines Fallbeispiels z. B. zur chemischen Schädlingsbekämpfung mit Pestizideinsatz (K12) • Erläuterung des Konflikts zwischen ökonomisch rentabler Umweltnutzung und Biodiversitätsschutz z. B. beim Einsatz von Pestiziden in der Landwirtschaft und Diskussion von Handlungsoptionen als Privatverbraucher (K14, B2, B5, B10) [2]

Weiterführende Materialien und Bausteine des Medienkonzepts Q1.5 GK:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6091	Abituraufgabe GK HT1 2021: Obst als Lebensraum Abituraufgabe GK HT3 2020: Interspezifische Beziehungen bei der Goldrute
2	https://www.leopoldina.org/uploads/tx_leopublication/2018_Diskussionspa- pier_Pflanzenschutzmittel.pdf	Diskussionspapier der Leopoldina mit umfangreichen Hintergrundinformationen

UV Q1.6 GK Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen Inhaltsfeld 4: Ökologie

Sequenzierung: Fragestellungen	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen	
inhaltliche Aspekte	Schülerinnen und Schüler können	Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte	
In welcher Weise stehen Lebensgemein-	- analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehun-	Kontext:	
schaften durch Energiefluss und Stoff-	gen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem	Nahrungsbeziehungen und ökologischer Wirkungsgrad	
kreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in	(S4, E12, E14, K2, K5).	Zentrale Unterrichtssituationen:	
Verbindung?		Reaktivierung der Kenntnisse zu Nahrungsnetzen und Trophieebenen (→ SI)	
Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem:		anhand der Betrachtung eines komplexen Nahrungsnetzes, Fokussierung auf die Stabilität artenreicher Netze und Hypothesenbildung zur begrenzten Anzahl an Konsumentenordnungen (S4)	
Nahrungsnetz (ca. 2 Ustd.)		 Erläuterung der Bedeutung der einzelnen Trophieebenen in Stoffkreisläufen (→ IF Stoffwechselphysiologie) 	
(ca. 2 Ostu.)		Interpretation der Unterschiede der Stoffspeicherung u. des Stoffflusses in terrestrischen u. aquatischen Systemen anhand von Biomassepyramiden u. 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) [1]	
Welche Aspekte des Kohlenstoffkreis-		Kontext:	
laufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant?		Kohlenstoffkreislauf und Klimaschutz	
Stoffkreislauf und Energiefluss in		Zentrale Unterrichtssituationen:	
einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf (ca. 2 Ustd.)		- Darstellung der Austauschwege im Kohlenstoffkreislauf zwischen den Sphären der Erde (Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre, Biosphäre) [2,3]	
(60. 2 65.0.)		Unterscheidung von langfristigem und kurzfristigem Kohlenstoffkreislauf und Erläuterung der Umweltschädlichkeit von fossilen Energiequellen in Bezug auf die Erderwärmung (E14)	
Welchen Einfluss hat der Mensch auf den	- erläutern geografische, zeitliche und soziale Auswirkungen	Kontext:	
Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawan-	des anthropogen bedingten Treibhauseffektes und entwi- ckeln Kriterien für die Bewertung von Maßnahmen (S3,	Aktuelle Debatte um den Einfluss des Menschen auf den Klimawandel	
del abgemildert werden?	E16, K14, B4, B7, B10, B12).	Zentrale Unterrichtssituationen:	
Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts		Angeleitete Recherche zu den geografischen, zeitlichen und sozialen Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffekts sowie zu den beschlossenen Maßnahmen [4]	
(ca. 2 Ustd.)		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)	
		Ökologischer Fußabdruck	

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

UV Q1.7 GK Informationsübertragung durch Nervenzellen Inhaltsfeld 2: Neurobiologie

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehr- plans Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte
Wie ermöglicht die Struktur eines Neu- rons die Aufnahme und Weitergabe von Informationen?	 erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12). 	 Kontext: Das Neuron: Die spezialisierte Grundeinheit aller Nervensysteme (→ SI, → EF)
Bau und Funktionen von Nervenzellen:		 zentrale Unterrichtssituationen: Vorstellung der strukturellen Merkmale einer Nervenzelle im Gegensatz zu den bisher bekannten Zelltypen (→ EF), ihinsichtlich der Gliederung in Dendriten, Soma, Axon Darstellung des Zusammenhangs von Struktur und Funktion [1] Aufzeigen der Möglichkeiten und Grenzen eines Neuron-Modells, z. B. durch den Vergleich einer schematischen Abbildung mit Realaufnahmen von Nervenzellen
Ruhepotenzial	- entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Aufrechterhaltung und Beeinflussung des Ruhepotenzials (S4, E3).	 Kontext: Nervenzellen unter Spannung: Die Ionentheorie des Ruhepotenzials zentrale Unterrichtssituationen: 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 (Loligo vulgaris) Entwicklung von Hypothesen zur Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials und Erläuterung der Bedeutung von Natrium-Kalium-Ionenpumpen
Aktionspotenzial Potenzialmessungen	 erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14). 	Auswertung eines Experiments zur Beeinflussung des Ruhepotenzials (z. B. USSING-Kammer: [2]) Kontext: Neuronen in Aktion: Schnelle und zielgerichtete Informationsweiterleitung zentrale Unterrichtssituationen: – ggf. Einstieg: Reaktionstest mit Lineal [3] - Erläuterung der Veränderungen der Ionenverteilung an der Membran beim Wechsel vom Ruhezum Aktionspotenzial, Phasen des Aktionspotenzials, korrekte Verwendung der Fachsprache - begründete Zuordnung von molekularen Vorgängen an der Axonmembran zu den passenden

- Auswertung eines Experiments zur Erforschung oder Reienflussung des Aktionspotenzials, z. B. durch Buckade der spannungsgesteuerten Konnerkanille gegf. vertiebig der Konnerkanille ger Konnerkanille gegf. vertiebig der Konnerkanille ger Konnerkanille gegf. vertiebig der Konnerkanille ger Konnerkanille gegf. vertiebig der Konnerkanille gegf. vertiebig der Konnerkanille ger Konnerkanille gegf. vertiebig der Konnerkanille ger Konnerkanille gegf. vertiebig der Konnerkanille gegf.			Kuruan Diagramman (Datanzialmassung) [4, E]
durch Blockade der spannungsgesteuerten innenkannale - ggf. Vertiefung der Kenntnisse zur Informationsweiterieitung durch Bearbeitung der IQB-Auf- gabe Schmerzen (6) Kontext: Vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und salatori- sche Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unter- schiede un neurbiologische Fragesiellungen in 156, ES- 3). Vergleich von sofortigem und langsam einsetzendem Schmerz vergleichen von sofortigem und langsam einsetzendem Schmerz vertreiche Untervichstatigungen vertreichen Schmerzen (2) vergleichen von sofortigem und langsam einsetzendem Schmerz vergleichen von sofortigem und langsam einsetzendem (2) vergleichen von sofortigem und langsam einsetzendem Schmerz vertreiche Untervichstatigungen (2) ver leitung der Ernstellung der Frugsteilung von Meswertenspellen von sofortigem und abhabigung von Meswertenspellen und eine behandelten und eine behande			Kurven-Diagrammen (Potenzialmessung) [4, 5]
Ionenkanale - ggf. Verteing der Kenntnisse zur Informationsweiterleitung durch Bearbeitung der IQB-Aufgabe Schmerzen [6] Kontext:			
ggt. Vertiefung der Kenntnisse zur Informationsweiterleitung durch Bearbeitung der IQB-Aufgebe Schimerzen [6] - vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und salatorische Erregungsleitung und wenden die ermitteten Unterschied auf neurobiologische Fragestellungen an (5s. E. 3). - vergleich von sofortigem und langsam einsetzendem Schmerz zentrole unterschiedlich schnellen Schmerzwehrnehmung, Aufstelle auf neurobiologische Fragestellungen an (5s. E. 3). - Vergleich von sofortigem und langsam einsetzendem Schmerz zentrole unterschiedlich schnellen Schmerzwehrnehmung, Aufstellen einer Forschungsfrage und Hypothesenbildung [7] - 2. B. Beachreibung des Phinomens der unterschiedlich schnellen Schmerzwehrnehmung, Aufstellen einer Forschungsfrage und Hypothesenbildung [7] - 2. B. modellegate Frankeltung der beiden trregungsleitungstypen und tabellanische Gegenüberstellung von schnellen AF-saern und langsameren C-fasern [8] - Erabetung des grandstätlichen Abglich betrein einer Steigerung der Welterleitungsgeschrüngsfrag. 2. B. aufhand einer Datenhabelte. Erhöhung des Aundurchmessers (8sp. Lollop wulgaris) oder Myelnisserung - verklären die Serveter von Petrotablianderungen an Abnund Synapse mithalten Zeile und wie Aunn diese beeinflusst werden? - Synapse, neuromuskuläre Synapse - erklären die Serveter von Petrotablianderungen an Abnund Synapse mithalten Zeile und deren Beeinflussung (z. B.III durch Botox) - Erklären Messwerte von Petrotablianderungen an Abnund Synapse mithalten zu deren Beeinflussung (z. B.III durch Botox) - Erklären Messwerten von Petrotablianderungen an Abnund Synapse und Uberführung in eine andere Datenflussflussformen: - Modellhafte Darstellung der Funktion einer neuromuskulären Synapse und Uberführung von zundrung des Frührungsfehren zu Schnerzing von Erspärzung des Zundrung des möglichen Wirkortes verschiedener exogener Stoffen an der Synapse, etwa am Bespiel der Conotoxine [10]: Ergänzung des Zundrung des den mer unbehänderten und einer Petanderen Stellung erntrale Unterrichtsstutze			1 00
Bau und Funktionen von Nervenzellen: Erregungsleitung - vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschied auf neurobiologische Fragestellungen an (56, E1-3). - vergleich von sofortigem und langsam einsetzendem Schmerz vergleich von sofortigem und langsam ein schwerz vergleich von sofortigem und langsam ein schwerzen senten stellen eine freien und singsam eine Schmerzen und schwerzen stellen eine freien und einemer Schwerzen [8] - ertiären die Erregungsleitung (85-9). - ertiären die Erregungsleitung verwigten und einemer Schwerzen [2] - v. B. aberb			
- vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Frregungsleitung und wenden die ermitteren Liverschiede auf neurobiologische Fragestellungen an (56, E1-3). (ca. 12 Ustd.) Wie erfolgt die Informationsweitergabe zur nachgeschalteten Zeile und wie ermitteren Liverschiede auf neurobiologische Fragestellungen an einer Synapse und erfälteren die Erregungsübertragung an einer Synapse und stabellarische Gegenüberztellung von schnellen AG-Fasern und langsameren C-Fasern [8] - Errabeitung der zwei grundsätzlichen Möglichkeit einer Steigerung der Weiterleitungsgeschwindigkeit, z. B. anhand einer Datentabeller wird der Auswirkungen exogener Substanzen (53, 56, E1-4). Wie erfolgt die Informationsweitergabe zur nachgeschalteten Zeile und wie Ann diese beeinflusst werden. Synapses: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse Synapses einer Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mittlie der zugrundeliegenden molekularen vorgänge (53, E1-4). Stoffeinwirkung an Synapsen - nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen Schmerzlinderung Stellung (85-9). Stoffeinwirkung an Synapseen - nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen Schmerzlinderung Stellung (85-9). Stoffeinwirkung von Berwertungskriterien und Abwägung von Handlungspotionen, um eine eigene Meinung zur Natzung von Schmerzmitzten begründen zu gernden zu der Rewertung zugentneten kompetenzervartung dem Rompetenzbereich Bewertung zugentneten kompetenzervartungen Stellung her mit verschliebt en Wernerung zugentneten kompetenzervartungen der meine und Abwägung von Handlungspotionen, um eine eigene Meinung zur Natzung von Schmerzmitzten begründen zu können [11, 12, 13] Hirmwiss Neben den übergerenten Kompetenzervartungen Besch beiter sich hier an, [14], ggf.			• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •
Sau und Funktionen von Nervenzellen: Erregungsleitung schie Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an (56, £1–3). 2. 8. Beschneibung des Phänomens der unterschiedlich schnellen Schmerzwahrnehmung, Aufstellen einer Forschungsfrage und Hypothesenbildung (7) 2. 8. Beschneibung des Phänomens der unterschiedlich schnellen Schmerzwahrnehmung, Aufstellen einer Forschungsfrage und Hypothesenbildung (7) 2. 8. Beschneibung des Phänomens der unterschiedlich schnellen Schmerzwahrnehmung, Aufstellen einer Forschungsfrage und Hypothesenbildung (7) 2. 8. Beschneibung des Phänomens der unterschiedlich schnellen Schmerzwahrnehmung, Aufstellen einer Forschungsfrage und Hypothesenbildung (7) 2. 8. Beschneibung des Phänomens der unterschiedlich schnellen Schmerzwahrnehmung, Aufstellen einer Forschungsfrage und Hypothesenbildung (7) 2. 8. Brockellung vom Schellen AF-saer und langsameren C-Fasern (8) Errarbeitung der zwei grundsätzlichen Möglichkeiten einer Steigerung der Weiterleitungsgeschwindigsen, 2. 8. anhand einer Datentabelle: Erbhung des Xondunchmessers (8p. 1.0 ligo unigaris) oder Myelinisierung erhalten die Erregungsübertragung an einer Synapse der Australbung des Xondunchmessers (8p. 1.0 ligo unigaris) oder Myelinisierung erhalten die Erregungsübertragung an einer Synapse der Australbung des Xondunchmessers (8p. 1.0 ligo unigaris) oder Myelinisierung Fornteit Unterrichtssituationen: 2. 8. Modellhafte Darstellung der Funktionsweise einer chemischen Synapse und Überführung in eine Australbung der Funktionsweise won Synapse durch Erarbeitung der Einwirkung von Z. 8. Bricka film oder Fileßschema (9) 2. 8. Brockettellung der Funktionsweise einer chemischen Synapse durch Erarbeitung der Einwirkung von Z. 8. Bricka film oder Fileßschema (9) 2. 8. Brockettellung der Funktionsweise einer chemischen Synapse und deren Beeinflussung (2. 8. Brick film oder Fileßschema (9) 3. 8. Brick film oder Fileßschema (9) 3. 9. Frarbeitung der Funktionsweise von Synapse und d			
schiede auf neurobiologische Fragestellungen an (56, E1-3). schiede auf neurobiologische Fragestellungen an (56, E1-4). schiede auf neurobiologische Fragestellung an einer Synapse und dere Meterietungssellungs von (56, E1-4). scholigetir, z. B. anhander Erregungsiben wigeris pund dere Beeinflussung (2, B. III) durch der Stellung der Stellung der Funktion einer neuromuskulären Synapse und Überführung in eine andere Darbeitung der Funktion einer neuromuskulären Synapse durch Errabeitung der Stellung der Stellung de		-	Vergleich von sofortigem und langsam einsetzendem Schmerz
2. 8. Beschreibung des Phänomens der unterschiedlich schnellen Schmerzwahrnehmung, Aufstellen einer Forschungsfrage und Hypothesenbildung [7] ta. 8. modellgestützte Erarbeitung der beiden Erregungsleitungstypen und talen einer Forschungstestellung von schellen ASF-aser und langsameren C-Fasern [8]	Bau und Funktionen von Nervenzellen:		
tabellarische Gegenüberstellung von schnellen AS-Fasern und langsameren C-Fasern [8] Errarbeitung der zwei grundsätzlichen Möglichkeiten einer Steigerung der Weiterleitungsgeschwindigkeit, z. B. anhand einer Datentabelle: Erhöhung des Axondurchmessers (Bsp. Loligo vulgaris) oder Myelinisierung - erklären die Erregungsübertragung an einer Synapse und erläutern die Auswirkungen exogener Substanzen (S1, S6, E12, K9, B1, B6). Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse mithilfe der zugrundellegenden molekularen Vorgänge (S3, E14). Synapse, neuromuskuläre Synapse - mehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5-9). Stoffeinwirkung an Synapsen - mehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5-9). Stoffeinwirkung an Synapsen wir eine andere Darstellungsform, z. b. Erklärfilm oder Fließschema [9] - Vertiefung der Funktion einen enuromuskulären Synapse durch frarrbeitung der Einwirkung von z. b. Botox, Berücksichtigung von Messwerten an einer unbehandelten undehandelten undehandelten undehandelten undehandelten under Berücksperichtigung von Messwerten an einer unbehandelten under behandelten Synapse Zuordnung des möglichen Wirkortes verschiedener exogener Stoffen an der Synapse, etwa am Beispiel der Conotoxine [10]; Ergänzung des Erklärfilms oder Fließschemas Kontext: Zuordnung des Prüktion einen enuromuskulären Synapse durch frarrbeitung der Einwirkung von Zuberrichtssituationen: - nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5-9). Kontext: Z. B. IIII Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung zentrale Unterrichtssituationen: - 2. B. Vorstellung der Wirkungsweise des Cannabinoids THC Hilmweis: Da die konkretisierte Kompetenzewartung dem Kompetenzeweitung der Monpetenzewartung dem Kompetenzewartung dem Kompetenzewartung dem Kompetenzewartung dem Mehmenzer werichtet werden. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließenerter Stellung heime detaillierte Darstellung der Darstellung von			
Wie erfolgt die Informationsweitergabe zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese beeinflusst werden? Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (53, E14). Synapse, neuromuskuläre Synapse Stofffeinwirkung an Synapsen - nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5-9). Stofffeinwirkung an Ga. 4 Ustd.) - erklären die Erregungsübertragung an einer Synapse und deren Beeinflussung (z. B. III durch Botox) zentrale Unterrichtssituationen: - Modellhafte Darstellung der Funktionsweise einer chemischen Synapse und Überführung in eine andere Darstellungsform, z. B. Erklärfilm oder Fließschema [9] - Vertlefung 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 Stoffen an der Synapse, etwa am Beispiel der Conotoxine [10]: Ergänzung des Erklärfilms oder Fließschemas Kontext: z. B. Bittl. Sperücksichtigung von Messwerten an einer unbehandelten wirkortes verschiedener exogener Stoffen an der Synapse, etwa am Beispiel der Conotoxine [10]: Ergänzung des Erklärfilms oder Fließschemas Kontext: z. B. Bittl. Sperücksichtigung von Messwerten an einer unbehandelten Wirkungsweise des Cannabinolos THC Hinweis: Dad ick konkretisierte Kompetenzerwartung dem Kompetenzbereich Bewertung zugeordnet ist, soll auf eine detaillierte Darstellung der molekularen Wirkungsweise von Cannabis verzichtet werden. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellung nahme. - Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können [11, 12, 13] Hinweis: Neben den übergeordneten Kompetenzerwarturungen B5-9 bietet es sich hier an, [14], ggf.			
### critical control of the Auswirkungen exogener Substanzen (S1, 56, E12, K9, B1, B6). **Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse and gereigenden Synapse Synapse and gereigenden Synapse and Gereigenden molekularen Vorgänge (S3, E14). **Solonia Synapse and Gereigenden molekularen Vorgänge (S3, E14). Stoffeinwirkung an Synapsen - nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9). **Solonia Gereigenden Wirkortes verschiedener exogener Stoffen an der Synapse, etwa am Beispiel der Conotoxine [10]: Ergänzung des Erklärfilms oder Fileßschemas **Kontext: 2. B. H!! Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung zentrale Unterrichtssituationen: 2. 2. B. Vorstellung der Wirkungsweise des Cannabinoids THC Hinweis: Da die konkretisierte Kompetenzerwartung dem Kompetenzbereich Bewertung zuge- ordnet ist, soll auf eine detaillierte Darstellung der molekularen Wirkungsweise von Cannabis verzichtet werden. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellung- nahme. - Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Mutzung von Schmerzmitteln begründen zu können [11, 12, 13] Hinweis: Neben den übergeordneten Kompetenzerwartungen B5–9 bietet es sich hier an, [14], ggf.	(ca. 12 Ustd.)		schwindigkeit, z. B. anhand einer Datentabelle:
erläutern die Auswirkungen exogener Substanzen (S1, S6, E12, K9, B1, B6). Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse inthilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14). Synapse, neuromuskuläre Synapse Synapse inthilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14). Stoffeinwirkung an Synapsen - nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5-9). Stoffeinwirkung an Synapsen - nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5-9). Stoffeinwirkung an Synapsen - nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5-9). Stoffeinwirkung an Synapsen - nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5-9). Stoffeinwirkung an Synapsen - nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung zentrale Unterrichtssituationen: - z. B. Norstellung der Conotoxine [10]: Ergänzung des Erklärfilms oder Fließschemas Kontext: z. B.IIII Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung zentrale Unterrichtssituationen: - z. B. Vorstellung der Wirkungsweise des Cannabinoids THC Hinweis: Da die konkretisierte Kompetenzerwartung dem Kompetenzbereich Bewertung zuge- ordnet ist, soll auf eine detaillierte Darstellung der molekularen Wirkungsweise von Cannabis verzichtet werden. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellung- nahme. - Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können [11, 12, 13] Hinweis: Neben den übergeordneten Kompetenzerwartungen B5-9 bietet es sich hier an, [14], ggf.	Wie erfolgt die Informationsweitergabe	- erklären die Erregungsübertragung an einer Synapse und	Kontext:
E12, K9, B1, B6). - erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse Stoffeinwirkung an Synapsen - nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5-9). Stoffeinwirkung an Synapsen - nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5-9). Stoffeinwirkung an Synapsen - nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5-9). Stoffeinwirkung an Synapsen - nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5-9). - nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5-9). - nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5-9). - nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5-9). - nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung zentrale Unterrichtssituationen: - z. B. Vorstellung der Wirkungsweise des Cannabinoids THC Hinweis: Da die konkretisierte Kompetenzerwartung dem Kompetenzbereich Bewertung zuge- ordnet ist, soll auf eine detaillierte Darstellung der molekularen Wirkungsweise von Cannabis verzichtet werden. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellung Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können [11, 12, 13] Hinweis: Neben den übergeordneten Kompetenzerwartungen B5-9 bietet es sich hier an, [14], ggf.		erläutern die Auswirkungen exogener Substanzen (S1, S6,	Funktionsweise von Synapsen und deren Beeinflussung (z. B.!!! durch Botox)
Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse in erregenden chemischen Synapse mithliffe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14). - erklären Messwerte von Potenzialanderungen an Axon und singen (S3, E14). - Modellhafte Darstellung der Funktionsweise einer chemischen Synapse und Überführung in eine andere Darstellung form, z. B. Erklärfilm oder Fließschema [9] - 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 Stoffen an der Synapse, etwa am Beispiel der Conotoxine [10]; Ergänzung des Erklärfilms oder Fließschemas Kontext: z. B.!!! Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung zentrale Unterrichtssituationen: - z. B. Vorstellung der Wirkungsweise des Cannabinoids THC Hinweis: Da die konkretisierte Kompetenzerwartung dem Kompetenzbereich Bewertung zuge- ordnet ist, soll auf eine detaillierte Darstellung der molekularen Wirkungsweise von Cannabis verzichtet werden. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellung- nahme Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können [11, 12, 13] Hinweis: Neben den übergeordneten Kompetenzerwartungen B5–9 bietet es sich hier an, [14], ggf.	kann diese beeinflusst werden?	 erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vor- 	
Synapse, neuromuskuläre Synapse - 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 Stoffen an der Synapse, etwa am Beispiel der Conotoxine [10]; Ergänzung des Erklärfilms oder Fließschemas **Schmerzlinderung Stellung (B5–9).** **Context: z. B.!!!! Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung zentrale Unterrichtssituationen: - z. B. Vorstellung der Wirkungsweise des Cannabinoids THC Hinweis: Da die konkretziiserte Kompetenzerwartung dem Kompetenzbereich Bewertung zuge- ordnet ist, soll auf eine detaillierte Darstellung der molekularen Wirkungsweise von Cannabis verzichtet werden. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellung- nahme. - Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können [11, 12, 13] Hinweis: Neben den übergeordneten Kompetenzerwartungen B5–9 bietet es sich hier an, [14], ggf.			- Modellhafte Darstellung der Funktionsweise einer chemischen Synapse und Überführung in
z. B. Botox, Berücksichtigung von Messwerten an einer unbehandelten und einer behandelten Synapse Zuordnung des möglichen Wirkortes verschiedener exogener Stoffen an der Synapse, etwa am Beispiel der Conotoxine [10]; Ergänzung des Erklärfilms oder Fließschemas **Context:** Z. B.!!!! Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung zentrale Unterrichtssituationen: - a. B. Vorstellung der Wirkungsweise des Cannabinoids THC Hinweis: Da die konkretisierte Kompetenzerwartung dem Kompetenzbereich Bewertung zugeordnet ist, soll auf eine detaillierte Darstellung der molekularen Wirkungsweise von Cannabis verzichtet werden. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellungnahme. - Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können [11, 12, 13] Hinweis: Neben den übergeordneten Kompetenzerwartungen B5–9 bietet es sich hier an, [14], ggf.			
spiel der Conotoxine [10]; Ergänzung des Erklärfilms oder Fließschemas - nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9). (ca. 4 Ustd.) - nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung zentrale Unterrichtssituationen: - z. B. Vorstellung der Wirkungsweise des Cannabinoids THC - Hinweis: Da die konkretisierte Kompetenzerwartung dem Kompetenzbereich Bewertung zuge- ordnet ist, soll auf eine detaillierte Darstellung der molekularen Wirkungsweise von Cannabis verzichtet werden. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellung- nahme Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können [11, 12, 13] - Hinweis: Neben den übergeordneten Kompetenzerwartungen B5–9 bietet es sich hier an, [14], ggf.			z. B. Botox, Berücksichtigung von Messwerten an einer unbehandelten und einer behandelten
spiel der Conotoxine [10]; Ergänzung des Erklärfilms oder Fließschemas - nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9). (ca. 4 Ustd.) - nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung zentrale Unterrichtssituationen: - z. B. Vorstellung der Wirkungsweise des Cannabinoids THC - Hinweis: Da die konkretisierte Kompetenzerwartung dem Kompetenzbereich Bewertung zuge- ordnet ist, soll auf eine detaillierte Darstellung der molekularen Wirkungsweise von Cannabis verzichtet werden. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellung- nahme Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können [11, 12, 13] - Hinweis: Neben den übergeordneten Kompetenzerwartungen B5–9 bietet es sich hier an, [14], ggf.			Zuordnung des möglichen Wirkortes verschiedener exogener Stoffen an der Synapse, etwa am Bei-
Stoffeinwirkung an Synapsen - nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9). (ca. 4 Ustd.) - nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung zentrale Unterrichtssituationen: - z. B. Vorstellung der Wirkungsweise des Cannabinoids THC Hinweis: Da die konkretisierte Kompetenzerwartung dem Kompetenzbereich Bewertung zuge- ordnet ist, soll auf eine detaillierte Darstellung der molekularen Wirkungsweise von Cannabis verzichtet werden. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellung- nahme. - Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können [11, 12, 13] Hinweis: Neben den übergeordneten Kompetenzerwartungen B5–9 bietet es sich hier an, [14], ggf.			
Stoffeinwirkung an Synapsen Ca. 4 Ustd.) Schmerzlinderung Stellung (B5–9). (ca. 4 Ustd.) Schmerzlinderung Stellung (B5–9). (ca. 4 Ustd.) Z. B.!!!! Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung zentrale Unterrichtssituationen: - z. B. Vorstellung der Wirkungsweise des Cannabinoids THC Hinweis: Da die konkretisierte Kompetenzerwartung dem Kompetenzbereich Bewertung zuge- ordnet ist, soll auf eine detaillierte Darstellung der molekularen Wirkungsweise von Cannabis verzichtet werden. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellung- nahme. - Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können [11, 12, 13] Hinweis: Neben den übergeordneten Kompetenzerwartungen B5–9 bietet es sich hier an, [14], ggf.			
Stoffeinwirkung an Synapsen Ca. 4 Ustd.) Schmerzlinderung Stellung (B5–9). (ca. 4 Ustd.) Schmerzlinderung Stellung (B5–9). (ca. 4 Ustd.) Schmerzlinderung Stellung (B5–9). Z. B.!!!! Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung zentrale Unterrichtssituationen: - z. B. Vorstellung der Wirkungsweise des Cannabinoids THC Hinweis: Da die konkretisierte Kompetenzerwartung dem Kompetenzbereich Bewertung zuge- ordnet ist, soll auf eine detaillierte Darstellung der molekularen Wirkungsweise von Cannabis verzichtet werden. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellung- nahme. - Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können [11, 12, 13] Hinweis: Neben den übergeordneten Kompetenzerwartungen B5–9 bietet es sich hier an, [14], ggf.			
z. B.!!!! Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung zentrale Unterrichtssituationen: - z. B. Vorstellung der Wirkungsweise des Cannabinoids THC Hinweis: Da die konkretisierte Kompetenzerwartung dem Kompetenzbereich Bewertung zuge- ordnet ist, soll auf eine detaillierte Darstellung der molekularen Wirkungsweise von Cannabis verzichtet werden. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellung- nahme. - Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können [11, 12, 13] Hinweis: Neben den übergeordneten Kompetenzerwartungen B5–9 bietet es sich hier an, [14], ggf.	Stoffeinwirkung an Synapsen	- nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur	Kontext:
- z. B. Vorstellung der Wirkungsweise des Cannabinoids THC Hinweis: Da die konkretisierte Kompetenzerwartung dem Kompetenzbereich Bewertung zuge- ordnet ist, soll auf eine detaillierte Darstellung der molekularen Wirkungsweise von Cannabis verzichtet werden. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellung- nahme. - Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können [11, 12, 13] Hinweis: Neben den übergeordneten Kompetenzerwartungen B5–9 bietet es sich hier an, [14], ggf.	Otone inwirkung an Gynapsen	Schmerzlinderung Stellung (B5–9).	z. B.!!!! Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung
Hinweis: Da die konkretisierte Kompetenzerwartung dem Kompetenzbereich Bewertung zuge- ordnet ist, soll auf eine detaillierte Darstellung der molekularen Wirkungsweise von Cannabis verzichtet werden. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellung- nahme. - Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können [11, 12, 13] Hinweis: Neben den übergeordneten Kompetenzerwartungen B5–9 bietet es sich hier an, [14], ggf.			zentrale Unterrichtssituationen:
Hinweis: Da die konkretisierte Kompetenzerwartung dem Kompetenzbereich Bewertung zuge- ordnet ist, soll auf eine detaillierte Darstellung der molekularen Wirkungsweise von Cannabis verzichtet werden. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellung- nahme. - Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können [11, 12, 13] Hinweis: Neben den übergeordneten Kompetenzerwartungen B5–9 bietet es sich hier an, [14], ggf.	(All-44)		- z. B. Vorstellung der Wirkungsweise des Cannabinoids THC
verzichtet werden. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellungnahme. - Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können [11, 12, 13] Hinweis: Neben den übergeordneten Kompetenzerwartungen B5–9 bietet es sich hier an, [14], ggf.	(ca. 4 Usta.)		Hinweis: Da die konkretisierte Kompetenzerwartung dem Kompetenzbereich Bewertung zuge-
Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können [11, 12, 13] Hinweis: Neben den übergeordneten Kompetenzerwartungen B5–9 bietet es sich hier an, [14], ggf.			verzichtet werden. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellung-
Hinweis: Neben den übergeordneten Kompetenzerwartungen B5–9 bietet es sich hier an, [14], ggf.			
			weitere Bewertungskompetenzen in den Blick zu nehmen.

Weiterführende Materialien und Bausteine des Medienkonzepts Q1.7 GK:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8273	Arbeitsmaterial "Bau und Funktion von Neuronen"
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8268	Arbeitsmaterial "Ruhepotenzial - Theoretische Modellexperimente (Ussing-Kammer)"
3	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6081	Zusatzmaterial "Experiment Reaktionstest"
4	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366	Arbeitsmaterial "Entstehung eines Aktionspotenzials"
5	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6082	Zusatzmaterial "Aktionspotenzial"
6	https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/get- TaskFile?id=p10^SchmerzgN^f20767	IQB-Aufgabe "Schmerz": grundlegendes Niveau (M1 und M3)
7	https://www.dasgehirn.info/krankheiten/schmerz/wie-schmerz-ins-gehirn-gelangt	Informationen zur Schmerzwahrnehmung
8	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366	Arbeitsmaterial zur Erregungsweiterleitung
9	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5369	Arbeitsmaterial zur Funktionsweise einer chemischen Synapse
10	https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/get- TaskFile?id=p01^giftcocktailmeeresschnecke^f21794	IQB-Aufgabe "Giftcocktail von Meeresschnecken"
11	https://www.ndr.de/ratgeber/gesundheit/Cannabis-Wirksames-Medikament-bei-chronischen-Schmerzen,cannabis212.html	Informationen und kurzer Film zu Cannabis in der Schmerztherapie
12	https://www.kssg.ch/schmerzzentrum/fuer-patienten-besucher/faq-cannabis-der-schmerztherapie	FAQ des Kantonsspitals St. Gallen zur Schmerztherapie mit Cannabis
13	https://www.bfarm.de/SharedDocs/Downloads/DE/Bundesopiumstelle/Cannabis/Vortrag Cannabis Begleiterhebung.pdf? blob=publicationFile	Hintergrundinformationen zu Cannabis als Medizin aus der Begleiterhebung zum Gesetz von 2017
14	https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getPool- File?id=p01^pf21740	Erläuterungen des IQB zum Kompetenzbereich Bewertung

Leistungskurse

UV Q1.1 LK Energieumwandlung in lebenden System Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie

Sequenzierung:		
Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte
Wie wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in nutzbare Energie um? Energieumwandlung Energieentwertung Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel ATP-ADP-System Stofftransport zwischen den Kompartimenten Chemiosmotische ATP-Bildung (ca. 6 Ustd.)	plasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11).	 Kontext: Leben und Energie – Lebensvorgänge in Zellen können nur mit Energiezufuhr ablaufen. Zentrale Unterrichtssituationen: 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) [1] Erarbeitung der Funktionsweise des Transmembranproteins ATP-Synthase in lebenden Systemen [1] 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) [2] 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)

Weiterführende Materialien und Bausteine des Medienkonzepts Q1.1 LK:

	Tottoriali oriao matorialion ana Baactorio aco modicintoria pto Ciri arti		
Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle	
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6085	Arbeitsmaterial zu den Grundlagen der ATP-Bildung in Zellen unter Berücksichtigung des Vorwissens aus der Einführungsphase und der Modellierung einer Energieumwandlung im Pumpspeicherkraftwerk	
2	https://www.chemie-schule.de/KnowHow/Chemiosmotische Kopplung	Anschauliche Erklärung des Grundprinzips der chemiosmotischen Kopplung	

UV Q1.2 LK Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie

innaitsteid 3: Stoffwechselphysiologie		
Sequenzierung:	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Fragestellungen	Troille plans	
inhaltliche Aspekte	Schülerinnen und Schüler können	Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte
Wie kann die Zelle durch den schritt-	- stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glu-	Kontext:
weisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen?	cosestoffwechsels unter aeroben und anaeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der	Keine Power ohne Nahrung – Bei heterotrophen Organismen ist die ATP-Synthese an die Oxidation von Nährstoffmolekülen gekoppelt [1]
Feinbau Mitochondrium	Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9), - vergleichen den membranbasierten Mechanismus der	Zentrale Unterrichtssituationen:
Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäure-zyklus und Atmungskette	Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloro- plasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11).	 Reaktivierung des Vorwissens zum Feinbau von Mitochondrien und Skizze eines Schaubildes mit den wesent- lichen Schritten der Zellatmung und deren Verortung in Zellkompartimenten. Sukzessive Ergänzung des Schaubildes im Verlauf des Unterrichts (K9)
Energetisches Modell der Atmungskette Redoxreaktionen		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
(ca. 8 Ustd)		 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 dener Reduktionsäquivalente und ATP gebildet werden
		 Aufstellung einer Gesamtbilanz aus den ersten drei Schritten und Abgleich mit der Bruttogleichung der Zellat- mung
		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 Mitochondrien- membran
		Veranschaulichung der Redoxreaktionen und des Gefälles der Redoxpotenziale in einem energetischen Modell der Atmungskette (E12)

• Analyse der Bedeutung der Verfügbarkeit von Sauerstoff als Endakzeptor der Elektronen und NADH+H⁺ als

• fakultative Vertiefung weiterer kataboler Reaktionswege, die für den Energiestoffwechsel relevant sind: Oxi-

• Vervollständigung des Schaubilds und Aufstellen einer Gesamtbilanz der Zellatmung (K9)

Elektronendonator zur Aufrechterhaltung des Protonengradienten

Welche Bedeutung -	stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glu-	Kontext:
haben Gärungsprozesse für die Ener- giegewinnung?	dingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der	PASTEUR-Effekt: Höherer Glucoseverbrauch von Hefezellen unter anaeroben Bedingungen Zentrale Unterrichtssituationen:
Alkoholische Gärung und Milchsäuregä-	Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9),	 Problematisierung der Auswirkungen von Sauerstoffmangel auf die Glykolyse: Regeneration des NAD+ bleibt aus (fehlender Endakzeptor für Elektronen in der Atmungskette)
rung		 Erläuterung der Stoffwechselreaktionen der alkoholischen Gärung und Milchsäuregärung und deren Bedeutung für die Regeneration von NAD⁺
(ca. 2 Ustd.)		 Verwendung geeigneter Darstellungsformen für den stofflichen und energetischen Vergleich der behandelten Stoffwechselwege (K9)
		ggf. Vertiefung: Vergleich der Prozesse bei fakultativen und obligaten Anaerobiern
Wie beeinflussen Nahrungsergän-		Kontext:
zungsmittel als Cofaktoren den	erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in	Mikronährstoffpräparate beim Sport – Lifestyle oder notwendige Ergänzung?
Energiestoffwechsel?		Zentrale Unterrichtssituationen:
Stoffwechselregulation auf Enzymebene	F1-4, E11, E12), fwechselregulation auf Enzymebene 6 Ustd.) E1-4, E11, E12), nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1-4, B5, B7, B9)	 Reaktivierung des Vorwissens zu enzymatischen Reaktionen und der Enzymregulation durch Aktivatoren und Inhibitoren (→EF)
(ca. 6 Osid.)		 Anwendung des Konzepts der enzymatischen Regulation auf ausgewählte enzymatische Schritte des abbau- enden Glucosestoffwechsels (z.B. Feedbackhemmung der Phosphofructokinase) (E12)
		 Reaktivierung der Kenntnisse zu Cofaktoren am Beispiel von Mineralstoff- oder Vitaminpräparaten als Nah- rungsergänzungsmittel (NEM) [2,3]
		 angeleitete Recherche zu NEM beim Sport, hierbei besondere Fokussierung auf Quellenherkunft und Intention der Autoren (K4) [4]
		Bewertungsprozess: Abwägung von Handlungsoptionen und kriteriengeleitete Meinungsbildung sowie Entscheidungsfindung (B9) [5]

Weiterführende Materialien und Bausteine des Medienkonzepts Q1.2 LK:

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

UV Q1.3 LK Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kernlehrplans Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte
Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von	Fotosymthosorato durch chiatische Folderen (F4, 11)	Kontext: Solarenergie sichert unsere Ernährung – Pflanzen sind Selbstversorger und Primärproduzenten
Pflanzen abhängig?		Zentrale Unterrichtssituationen:
Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren		 Reaktivierung der Bruttogleichung der Fotosynthese (→ SI) und Beschreibung der Stärke- und Sauer- stoffproduktion als ein Maß für die Fotosyntheseaktivität
(ca. 4 Ustd.)		 Messung der Sauerstoffproduktion bei der Wasserpest, z. B. mithilfe einer Farbreaktion [1] oder bei Efeu [2], dabei Variation der äußeren Faktoren und Berücksichtigung der Variablenkontrolle (E6)
,		Auswertung der Ergebnisse, Abgleich mit Literaturwerten und Rückbezug auf Hypothesen (E 9-11)
Welche Blattstrukturen sind für die	- erklären funktionale Angepasstheiten an die fotoau-	Kontext:
Fotosynthese von Bedeutung?	totrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4, S5, S6, E3, K6–8),	Stärkenachweis in panaschierten Blättern – Die Fotosynthese findet nur in grünen Pflanzenteilen statt
Finaldianala Annonandhaitean Blattari	Hen (34, 33, 30, E3, R0-8),	Zentrale Unterrichtssituationen:
Funktionale Angepasstheiten: Blattaufbau		- Reaktivierung der Kenntnisse zum Aufbau eines Laubblatts (→EF), Erläuterung der morphologischen Strukturen, die für die Fotosyntheseaktivität von Landpflanzen bedeutend sind
(ca. 4 Ustd.)		 Erläuterung von Struktur-Funktions-Zusammenhängen für unterschiedliche Gewebe im schemati- schen 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 Angepasstheiten von Sonnen- und Schattenblättern (E3), Auswertung von Daten zur Fotosyntheserate
		- ggf. Korrektur finaler Erklärungen der Angepasstheiten (K7)
Welche Funktionen haben Fotosyn-	- erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit	Kontext:
thesepigmente?	den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten	Der Engelmann-Versuch – Die Fotosyntheseleistung ist abhängig von der Wellenlänge des Lichts
Funktionale Angepasstheiten: Absorptionsspektrum von Chlorophyll,	(S3, E1, E4, E8, E13),	Zentrale Unterrichtssituationen:
Wirkungsspektrum, Lichtsammel- komplex, Feinbau Chloroplast		 Auswertung des Engelmann-Versuchs und Erklärung des ungleichmäßigen Bakterienwachstums entlang der fädigen Alge [4]
Chromatografie		 Herstellen eines Zusammenhangs zwischen dem Absorptionsspektrum einer Rohchlorophylllösung und dem Wirkungsspektrum der Fotosynthese
(ca. 4 Ustd.)		- Sachgemäße Durchführung der DC-Chromatografie und Identifikation der Pigmente [5] (E4)
,		- Beschreibung des Aufbaus der Reaktionszentren in der Thylakoidmembran von Chloroplasten
		- Erläuterung der Funktionsweise von Lichtsammelkomplexen und ihrer Organisation zu Fotosystemen unter Verwendung von Modellen

		Reflexion des Erkenntnisgewinnungsprozesses (z.B. Einsatz analytischer Verfahren, historischer Experimente und Modelle) (E13)
Wie erfolgt die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie? Chemiosmotische ATP-Bildung Energetisches Modell der Lichtreaktionen Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen, Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration Tracer-Methode Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel (ca. 12 Ustd.)	vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11). erläutern den Zusammenhang zwischen Primärund Sekundärreaktionen der Fotosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht (S2, S7, E2, K9), werten durch die Anwendung von Tracermethoden erhaltene Befunde zum Ablauf mehrstufiger Reaktionswege aus (S2, E9, E10, E15).	 Kontext: Chloroplasten als Lichtwandler – Wie erfolgt die Synthese von Glucose mit Hilfe von Sonnenlicht? Zentrale Unterrichtssituationen: Erstellung eines übersichtlichen Schaubildes für die Fotosynthese auf Grundlage des Vorwissens (Edukte, Produkte, Reaktionsbedingungen) (K9) Beschreibung des Emerson-Effekts anhand eines Diagramms zur Fotosyntheseleistung bei unterschiedlichen Wellenlängen, Identifizierung von Fragestellungen zur Funktionsweise der Fotosysteme (E2) Entwicklung einer vereinfachten Darstellung der Lichtreaktion in einem energetischen Modell, welche den Energietransfer in den beiden Fotosystemen, die Fotolyse des Wassers, den Elektronentransport über Redoxsysteme mit Redoxpotenzialgefälle und die Bildung von NADPH+ H⁺ berücksichtigt (K11) [5] Vergleich des membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in der Atmungskette und der Primärreaktion (E12) (→UV 2) Erläuterung der Teilschritte des CALVIN-Zyklus, dabei Fokussierung auf die Kohlenstoffdioxidfixierung durch das Enzym Rubisco, das Recyclingprinzip von Energie- und Reduktionsäquivalenten sowie auf die Bedeutung zyklischer Prozesse Erläuterung des Tracer- Experiments von CALVIN und Benson zur Aufklärung der Synthesereaktion und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen der gewonnenen Erkenntnisse (E10, E15) Ergänzung des Schaubildes zur Fotosynthese durch den stofflichen und energetischen Zusammenhang der Teilreaktionen (S2, E9) Darstellung des Zusammenwirkens von Chloroplasten und Mitochondrien in einer Pflanzenzelle für die Aufrechterhaltung der Lebensvorgänge in einer Pflanzenzelle (S7, E9)

Weiterführende Materialien und Bausteine des Medienkonzepts Q1.3 LK:

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

UV Q1.4 LK Fotosynthese – natürliche und anthropogene Prozessoptimierung Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie

Sequenzierung: Fragestellungen	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen	
inhaltliche Aspekte	Schülerinnen und Schüler können	Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte	
Welche morphologischen und physi-	 vergleichen die Sekundärvorgänge bei C₃- und C₄- 	Kontext:	
ologischen Angepasstheiten ermögli- chen eine effektive Fotosynthese an	Pflanzen und erklären diese mit der Angepasstheit an unterschiedliche Standortfaktoren (S1, S5, S7, K7),	Verhungern oder Verdursten? – Angepasstheiten bei Mais und Hirse	
heißen und trockenen Standorten?	(,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	Zentrale Unterrichtssituationen:	
Funktionale Angepasstheiten: Blattaufbau		 Erläuterung der Standortfaktoren von C₄-Pflanzen, Hypothesenbildung zu Angepasstheiten, auch unter Berücksichtigung der höheren FS-Leistung 	
C ₄ -Pflanzen Stofftransport zwischen Kompartimen-		- Identifizierung der anatomischen Unterschiede im schematischen Blattquerschnitt von C ₃ - und C ₄ -Pflanzen und Beschreibung der physiologischen Unterschiede	
ten		 Erläuterung der höheren Fotosyntheseleistung der C₄-Pflanzen an warmen, trockenen Standorten, dabei Fokussierung auf die unterschiedliche CO₂-Affinität der Enzyme PEP-Carboxylase und Rubisco 	
(ca. 4 Ustd.)		fakultativ: Vergleich verschiedener Fotosyntheseformen inclusive CAM	
Inwiefern können die Erkenntnisse	 beurteilen und bewerten multiperspektivisch Zielset- 	Kontext:	
aus der Fotosyntheseforschung zur Lösung der weltweiten CO ₂ -Proble-	zungen einer biotechnologisch optimierten Fotosyn-	Künstliche Fotosynthese – eine Maßnahme gegen den Klimawandel?	
matik beitragen?	these im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung (E17, K2, K13, B2, B7, B12)	Zentrale Unterrichtssituationen:	
	KZ, K13, BZ, B7, B12)	- angeleitete Recherche zu einem Entwicklungsprozess der künstlichen Fotosynthese mit den Zielen der Fixierung überschüssigen Kohlenstoffdioxids und der Produktion nachhaltiger Rohstoffe (K2) [1,2]	
Zusammenhang von Primär- und Se- kundärreaktionen		- Reflexion der Bedingungen und Eigenschaften biologischer Erkenntnisgewinnung (E17)	
		- Diskussion des Sachverhalts "biotechnologisch optimierte Fotosynthese", Erkennen unterschiedlicher Interessen und ethischer Fragestellungen (B2)	
(ca. 4 Ustd.)		- Aufstellen von wertebasierten Bewertungskriterien innerfachlicher und gesellschaftlicher/ wirtschaftlicher Art (B7)	
		- Bewertung der Zielsetzungen aus ökologischer, ökonomischer, politischer und sozialer Perspektive (B12)	

Weiterführende Materialien und Bausteine des Medienkonzepts Q1.4 LK:

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

UV Q1.5 LK Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen Inhaltsfeld 4: Ökologie

	i i i akologio		
Sequenzierung:			
Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen	
initiatinono 7 opotito	Schülerinnen und Schüler können	Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte	
Welche Forschungs- gebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Öko- logie?	 erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem (S5-7, K8). 	Kontext: Modellökosysteme, z. B. Flaschengarten Zentrale Unterrichtssituationen:	
Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren		 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 	
(ca. 3 Ustd.)		 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) 	
Inwiefern bedingen abiotische Faktoren die Verbreitung von Lebewesen?	 untersuchen auf der Grundlage von Daten die physio- logische und ökologische Potenz von Lebewesen (S7, E1-3, E9, E13). 	Kontext: Eine Frage der Perspektive – Für Wüstenspringmäuse ist die Wüste kein extremer Lebensraum. Zentrale Unterrichtssituationen:	
Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven (ca. 8 Ustd.)		 Herstellung eines Zusammenhangs zwischen einer langfristigen standortspezifischen Verfügbarkeit/ Intensität eines Umweltfaktors und den entsprechenden Angepasstheiten bei Tieren am Beispiel des Umweltfaktors Wasser (ggf. Reaktivierung des Vorwissens zu morphologischen und physiologischen Angepasstheiten bei Pflanzen → UV 3 Stoffwechselphysiologie) 	
		 Untersuchung der Temperaturpräferenz bei Wirbellosen Interpretation von Toleranzkurzen eurythermer und stenothermer Lebewesen (E9) Erklärung der unterschiedlichen physiologischen Temperaturtoleranz ausgewählter Lebewesen unter 	
		Berücksichtigung des Basiskonzepts Steuerung und Regelung. Berücksichtigung der unterschiedlichen Temperaturtoleranz für Überleben, Wachstum und Fortpflanzung - Erweiterung des Konzepts der physiologischen Toleranz durch die Analyse von Daten aus Mehrfaktorenexperimenten, kritische Betrachtung der Übertragbarkeit der in Laborversuchen gewonnenen Da-	
		ten 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 vorhersagbar sind (E13)
Welche Auswirkungen hat die Kon- kurrenz um Ressourcen an realen Standorten auf die Verbreitung von Arten? Intra- und interspezifische Beziehun- gen: Konkurrenz, Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische Potenz Ökologische Nische (ca. 7 Ustd.)	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).	 Vergleich der Standortbedingungen für ausgewählte Arten in Mono- und Mischkultur Zentrale Unterrichtssituationen: 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 abitischen 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)
Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden? Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen, Erfassung ökologischer Faktoren und quantitative und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal (ca. 4 Ustd.) + Exkursion	 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). 	Zentrale Unterrichtssituationen:

Weiterführende Materialien und Bausteine des Medienkonzepts Q1.5 LK:

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

UV Q1.6 LK Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften Inhaltsfeld 4: Ökologie

illiatisteta 4. Okologie		
Sequenzierung: Fragestellungen	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
inhaltliche Aspekte	Schülerinnen und Schüler können	Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte
Welche grundlegenden Annahmen gibt es in der Ökologie über die Dy- namik von Populationen?	 interpretieren grafische Darstellungen der Populati- onsdynamik unter idealisierten und realen Bedingun- gen auch unter Berücksichtigung von Fortpflanzungs- strategien (S5, E9, E10, E12, K9). 	Kontext: Sukzession – wie verändern sich die Populationsdichte und -zusammensetzung an Altindustriestandorten? [1] Zentrale Unterrichtssituationen:
Idealisierte Populationsentwicklung: exponentielles und logistisches Wachstum		- Analyse der Bedingungen für exponentielles und logistisches Wachstum, Interpretation von grafischen Darstellungen unter idealisierten und realen Bedingungen (E9, E10)
Fortpflanzungsstrategien: r- und K- Strategien (ca. 6 Ustd.)		 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 Industriebrache)
		- Kritische Reflexion der im Unterricht verwendeten vereinfachten Annahmen zur Populationsökologie (E12)
In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Um- weltfaktor dar? Interspezifische Beziehungen: Para- sitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Be- ziehungen (ca. 6 Ustd.)	- analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6-K8).	 Kontext: Gut vernetzt – Wechselwirkungen in Biozönosen Zentrale Unterrichtssituationen: Beschreibung der charakteristischen Merkmale von Konkurrenz (→ UV 1 Ökologie), Räuber-Beute-Beziehung: u.a. Lotka Volterra Regeln, 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 interagierenden 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 Freilandbedin-
		gungen, Methodik) (E9) - Interpretation grafischer Darstellungen von Räuber-Beute-Systemen und kritische Reflexion der Daten auch im Hinblick auf Bottom Up- oder Top Down-Kontrolle (E9)

Wie können Aspekte der Nachhaltig- keit im Ökosystemmanagement ver- ankert werden?	erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14,	Kontext: Pestizideinsatz in der Landwirtschaft Zentrale Unterrichtssituationen:
Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Bio-	 B2, B5, B10). analysieren Schwierigkeiten der Risikobewertung für hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt un- 	 Analyse eines Fallbeispiels zur Schädlingsbekämpfung mit Pestizideinsatz unter Berücksichtigung der kurzfristigen und langfristigen Populationsentwicklung des Schädlings
diversität Hormonartig wirkende Substanzen in	ter Berücksichtigung verschiedener Interessenslagen (E15, K10, K14, B1, B2, B5).	 Erläuterung des Konflikts zwischen ökonomisch rentabler Umweltnutzung und Biodiversitätsschutz, z. B. anhand der intensiven Landwirtschaft und dem Einsatz von Pestiziden für den Pflanzenschutz
der Umwelt		• Bewertung von Handlungsoptionen im Sinne eines nachhaltigen Ökosystemmanagements und Diskussion von Handlungsoptionen als Privatverbraucher (K14) [3]
(ca. 6 Ustd.)		 Angeleitete Recherche (z. B. auf den Seiten des Umweltbundesamtes [4]) zu den Auswirkungen hor- monartig 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]

Weiterführende Materialien und Bausteine des Medienkonzepts Q1.6 LK:

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

UV Q1.7 LK Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen Inhaltsfeld 4: Ökologie

	minantoroit	
Sequenzierung: Fragestellungen	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
inhaltliche Aspekte	Schülerinnen und Schüler können	Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte
In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften durch Ener- giefluss und Stoffkreisläufe mit der	- analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbezie- hungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5).	Kontext: Nahrungsbeziehungen und ökologischer Wirkungsgrad
abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbin- dung?		 Zentrale Unterrichtssituationen: 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)
Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem:		- ggf. Analyse eines Fallbeispiels zur Entkopplung von Nahrungsketten durch die Erderwärmung [1]
Nahrungsnetz		 Erläuterung der Bedeutung der einzelnen Trophieebenen in Stoffkreisläufen (→ IF Stoffwechselphysiologie)
(ca. 4 Ustd.)		- 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 Fleisch- produktion auf Grundlage von Untersuchungsbefunden (E14) [2]
Welche Aspekte des Kohlenstoff-	- analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen	Kontext:
kreislaufs sind für das Verständnis des	hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen	Kohlenstoffkreislauf und Klimaschutz
Klimawandels relevant?	(S4, S7, E9, K6-K8).	Zentrale Unterrichtssituationen:
Stoffkreislauf und Energiefluss in		- Darstellung der Austauschwege im Kohlenstoffkreislauf zwischen den Sphären der Erde (Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre, Biosphäre) und Identifikation von Kohlenstoffspeichern (K5) [3,4]
einem Ökosystem: Kohlenstoffkreis- lauf		- Unterscheidung von langfristigem und kurzfristigem Kohlenstoffkreislauf und Erläuterung der Umwelt- schädlichkeit 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]
(ca. 2 Ustd.)		
	1	

Welchen Einfluss hat der Mensch auf		Kontext:
den Treibhaus-	kungen des anthropogen bedingten Treibhauseffektes	Aktuelle Debatte um den Einfluss des Menschen auf den Klimawandel
effekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert	und entwickeln Kriterien für die Bewertung von Maß-	Zentrale Unterrichtssituationen:
werden?		 Identifikation nicht wissenschaftlicher Aussagen im Vergleich zu wissenschaftlich fundierten Aussagen bezüglich des anthropogenen Einflusses auf den Treibhauseffekt (E16) [7]
Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts	beurteilen anhand des ökologischen Fußabdrucks den Verbrauch endlicher Ressourcen aus verschiedenen Perspektiven (K13, K14, B8, B10, B12).	 Angeleitete Recherche zu den geografischen, zeitlichen und sozialen Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffekts sowie zu den beschlossenen Maßnahmen [8]
Ökologischer Fußabdruck (ca. 4 Ustd.)		 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)
		 z.B. Ermittlung eines ökologischen Fußabdrucks, Reflexion der verschiedenen zur Ermittlung herangezo- genen Dimensionen, Sammlung von Handlungsoptionen im persönlichen Bereich (B8, K13)
		 Erkennen der Grenzen der wissenschaftlichen Wissensproduktion und der Akzeptanz vorläufiger und hy- pothetischer Aussagen, die auf einer umfassenden Datenanalyse beruhen (E16)
		ggf. kritische Auseinandersetzung mit dem in der Wissenschaft diskutierten Begriffs des "Anthropozän"
Wie können umfassende Kenntnisse -		Kontext:
über ökologische Zusammenhänge	ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhal-	Umweltproblem Stickstoffüberschuss: Ursachen und Auswege
helfen, Lösungen für ein komplexes Umwelt-	tungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14).	Zentrale Unterrichtssituationen:
problem zu entwickeln?	analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbezie- hungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem	 Erarbeitung des natürlichen Stickstoffkreislaufs, Identifikation der Stoffspeicher und Austauschwege. Fo- kussierung auf die Anteile von molekularem Stickstoff und biologisch verfügbaren Verbindungen.
Stickstoffkreislauf	Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5).	 Fokussierung auf die anthropogene Beeinflussung des Stickstoffkreislaufs und Strukturierung von Informationen zur komplexen Umweltproblematik durch Stickstoffverbindungen (K2, K5) [9,10]
Ökosystemmanagement: Ursache- Wirkungszusammenhänge, nachhal- tige Nutzung		 Recherche zu einem ausgewählten, ggf. lokalen Umweltproblem, welches auf einem zu hohen Stickstoffe- intrag beruht und zu den unternommenen Renaturierungsmaßnahmen (K11–14).
(ca. 3 Ustd.)		

Weiterführende Materialien und Bausteine des Medienkonzepts Q1.7 LK:

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

UV Q1.8 LK Erregungsentstehung und Erregungsleitung an einem Neuron Inhaltsfeld 2: Neurobiologie

		•
Sequenzierung:		
Fragestellungen	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
inhaltliche Aspekte		
	Schülerinnen und Schüler können	Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte
Wie ermöglicht die Struktur eines	- erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammen-	Kontext:
Neurons die Aufnahme und Weitergabe von Informationen?	hang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12).	Das Neuron: Die spezialisierte Grundeinheit aller Nervensysteme
gabe von miormationen:		$(\rightarrow SI, \rightarrow EF)$
Bau und Funktionen von Nervenzellen:		zentrale Unterrichtssituationen:
Ruhepotenzial		- Vorstellung der strukturellen Merkmale einer Nervenzelle im Gegensatz zu den bisher bekannten Zelltyper (→ EF), hinsichtlich der Gliederung in Dendriten, Soma, Axon
		- Darstellung des Zusammenhangs von Struktur und Funktion [1]
		- Aufzeigen der Möglichkeiten und Grenzen eines Neuron-Modells, z. B. durch den Vergleich einer schematischen Abbildung mit Realaufnahmen von Nervenzellen
	- entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Aufrecht-	Kontext:
	E5).	Nervenzellen unter Spannung: Die Ionentheorie des Ruhepotenzials
		zentrale Unterrichtssituationen:
		- 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
		- Auswertung eines Experiments zur Beeinflussung des Ruhepotenzials (z. B. Ussing-Kammer: [2])
		Kontext:
		Neuronen in Aktion: schnelle und_zielgerichtete Informationsweiterleitung
Bau und Funktionen von Nerven-zellen:	- erklären Messwerte von Potenzialänderungen an A-	zentrale Unterrichtssituationen:
Aktionspotenzial	xon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden mo-	- ggf. Einstieg: Reaktionstest mit Lineal [3]
neurophysiologische Verfahren, Potenzialmessungen	lekularen Vorgänge und stellen die Anwendung eines zugehörigen neurophysiologischen Verfahrens dar (S3, E14).	 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) [4, 5]
		- Auswertung eines Experiments zur Erforschung oder Beeinflussung des Aktionspotenzials, z. B. durch Blockade der spannungsgesteuerten Ionenkanäle
		ggf. Vertiefung der Kenntnisse zur Informationsweiterleitung durch Bearbeitung der IQB-Aufgabe Schmerzen [6]
Bau und Funktionen von Nervenzellen:	 vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und salta- 	Kontext:
Erregungsleitung	torische Erregungsleitung und wenden die ermittelten	Vergleich von sofortigem und langsam einsetzendem Schmerz
	Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an	zentrale Unterrichtssituationen:
(ca. 12 Ustd.)	(S6, E1–3).	- Beschreibung des Phänomens der unterschiedlich schnellen Schmerzwahrnehmung, Aufstellen einer Forschungsfrage und Hypothesenbildung [7]
		- modellgestützte Erarbeitung der beiden Erregungsleitungstypen und tabellarische Gegenüberstellung von schnellen Aδ-Fasern und langsameren C-Fasern [8]
		- Erarbeitung der zwei grundsätzlichen Möglichkeiten einer Steigerung der Weiterleitungsgeschwindigkeit, z. B. anhand einer Datentabelle:
		Erhöhung des Axondurchmessers (Bsp. Loligo vulgaris) oder Myelinisierung
		- fakultativ: Ableitung ultimater Ursachen für schnelle und langsame Erregungsleitung bei Wirbeltieren
Wie kann eine Störung des neurona-	analysieren die Folgen einer neuronalen Störung aus	Kontext:
len Systems die Informationsweitergabe beeinflussen?	individueller und gesellschaftlicher Perspektive (S3, K1–4, B2, B6).	Multiple Sklerose als Beispiel für eine neurodegenerative Erkrankung
9	KI 4, 52, 50).	zentrale Unterrichtssituationen:
Störungen des neuronalen		- Erarbeitung des Krankheitsbildes: Autoimmunerkrankung, bei der die Myelinscheiden im ZNS zerstört werden [9]
Systems		- Analyse der Folgen einer neurodegenerativen Erkrankung für Individuum und Gesellschaft (B2, B6)
(ca. 2 Ustd.)		
Wie werden Reize aufgenommen und -	erläutern das Prinzip der Signaltransduktion bei pri-	Kontext:
zu Signalen umgewandelt?	mären und sekundären Sinneszellen (S2, K6, K10).	"Das sieht aber lecker aus!" – Sinneszellen und ihre adäquaten Reize
		zentrale Unterrichtssituationen:
Bau und Funktionen von Nervenzellen: primäre und sekundäre Sinneszelle, Rezeptorpotenzial		- Sensibilisierung für die biologischen Voraussetzungen einer Reizaufnahme und die damit verbundenen Einschränkungen der Wahrnehmung
(ca. 4 Ustd.)		- 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

Nr	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
-		
1	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8273	Arbeitsmaterial "Bau und Funktion von Neuronen"
2	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8268	Arbeitsmaterial "Ruhepotenzial - Theoretische Modellexperimente (Ussing-Kammer)"
3	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6081	Zusatzmaterial "Experiment Reaktionstext"
4	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366	Arbeitsmaterial "Entstehung eines Aktionspotenzials"
5	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6082	Zusatzmaterial "Aktionspotenzial"
6	https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/get- TaskFile?id=p10^SchmerzgN^f20767	IQB-Aufgabe "Schmerz": grundlegendes Niveau (M1 und M3)
7	https://www.dasgehirn.info/krankheiten/schmerz/wie-schmerz-ins-gehirn-gelangt	Informationen zur Schmerzwahrnehmung
8	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366	Arbeitsmaterial zur Erregungsweiterleitung
9	https://www.dasgehirn.info/krankheiten/multiple-sklerose/multiple-sklerose	Informationsfilm zur Erarbeitung des Krankheitsbildes von MS

UV Q1.9 LK Informationsweitergabe über Zellgrenzen Inhaltsfeld 2: Neurobiologie

	1111141101014 21	11041051010910
Sequenzierung:	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Fragestellungen		
inhaltliche Aspekte	Schülerinnen und Schüler können	Alltagsvorstellungen / fakultative Aspekte / schulspezifische Aspekte
Wie erfolgt die Erregungsleitung vom Neuron zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese beeinflusst wer- den?	 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 mo- 	Kontext: Funktionsweise von Synapsen und deren Beeinflussung (z. B.!!! durch Botox) zentrale Unterrichtssituationen: - Modellhafte Darstellung der Funktionsweise einer erregenden chemischen Synapse (z. B. cholinerge Synapse) [1]
Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse	lekularen Vorgänge und stellen die Anwendung eines zugehörigen neurophysiologischen Verfahrens dar (S3, E14).	- Vertiefung der Funktion einer neuromuskulären Synapse durch Erarbeitung der Einwirkung von z. B. Botox, Berücksichtigung von Messwerten an einer unbehandelten und behandelten Synapse
		Kontext:
		Warum hilft Kratzen gegen Juckreiz?
Verrechnung:	adii daga dia Dada daga da Vana da ayan a	zentrale Unterrichtssituationen:
Funktion einer hemmenden Synapse, räumliche und zeitliche Summation	 erläutern die Bedeutung der Verrechnung von Potenzialen für die Erregungsleitung (S2, K11). 	 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 [2])
		- Auswertung von Potenzialdarstellungen hinsichtlich der Verrechnung von Potenzialen [3,4]
		- Anwendung der Hemmung am Beispiel der Linderung des Juckreizes durch Kratzen [5]
		 - ggf. Einsatz der Lernaufgabe "Giftcocktail von Meeresschnecken" zur Vertiefung der Stoffeinwirkung an Synapsen [6]
		Kontext:
		z.B.!!! Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung
		zentrale Unterrichtssituationen:
Stoffeinwirkung an Synapsen	- nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur	- Vorstellung der Wirkungsweise von Cannabis.
(ca. 8 Ustd.)	Schmerzlinderung Stellung (B5–9).	Hinweis: Da die konkretisierte Kompetenzerwartung vorwiegend dem Kompetenzbereich Bewertung zugeordnet ist, soll auf eine detaillierte Darstellung der molekularen Wirkungsweise von Cannabis verzichtet werden. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellungnahme.
		Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können [7, 8, 9]
Wie kann Lernen auf	- erläutern die synaptische Plastizität auf der zellulären	Kontext:
neuronaler Ebene erklärt werden?	Ebene und leiten ihre Bedeutung für den Prozess des	Lernen verändert das Gehirn
	Lernens ab (S2, S6, E12, K1).	zentrale Unterrichtssituationen:
Zelluläre Prozesse des Lernens		- Erarbeitung der synaptischen Plastizität auf zellulärer Ebene als aktivitätsabhängige Änderung der
(ca. 4 Ustd.)		Stärke der synaptischen Übertragung (S6, E12, K1) [10]

		 Erläuterung der Modellvorstellung vom Lernen durch Plastizität des neuronalen Netzwerks (Bahnung) und Ableitung von Strategien für den eigenen Lernprozess: Strukturierung und Kontextualisierung, Wiederholung, Nutzung verschiedener Eingangskanäle (multisensorisch, v.a. Visualisierung), Belohnung [11]
		- ggf. 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 Refle- xion von geschlechterspezifischen Stereotypen möglich
		- z.B: Quarks und Co Video zum Thema
Wie wirken neuronales System und	ũ	Kontext:
Hormonsystem bei der Stressreak- tion zusammen?	neuronaler Steuerung am Beispiel der Stressreaktion	Körperliche Reaktionen auf Schulstress
(ca. 2 Ustd.)	(S2, S6).	zentrale Unterrichtssituationen:
(ca. 2 Osid.)		- Reaktivierung von Wissen zu Hormonen (→ Sek I)
		- Erarbeitung der wesentlichen Merkmale des hormonellen Systems beim Menschen
		 Vergleich der Unterschiede zwischen dem neuronalen und dem hormonellen System und Ableitung der Verschränkung beider Systeme [12]
		ggf. Vertiefung durch Recherche der Bedeutung von Eustress oder der Bedeutung von Entspannungsphasen z.B. in Prüfungszeiten

Weiterführende Materialien und Bausteine des Medienkonzepts Q1.9 LK:

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

Nr	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
12	https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6084	Zusatzmaterial "Hormon- und Nervensystem"

Q2: folgende Tabellen gelten nur noch für die Q2 im Schuljahr 2023/24 (G8)

Für die Q2 im Schuljahr 2024/25 wird ein für G9 angepasster Lehrplan gelten:

(Genetik und Evolution)

Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS
<u>Unterrichtsvorhaben</u> <u>I:</u>	<u>Unterrichtsvorhaben II:</u>
Thema/Kontext: Evolution in Aktion – Welche Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel?	Thema/Kontext: Evolution von Sozialstrukturen – Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?
Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:
□ UF1 Wiedergabe	□ UF2 Auswahl
□ UF3 Systematisierung	□ UF4 Vernetzung
□ K4 Argumentation	
Inhaltsfeld: IF 6 (Evolution)	Inhaltsfeld: IF 6 (Evolution)
Inhaltliche Schwerpunkte:	Inhaltliche Schwerpunkte:
☐ Grundlagen evolutiver Veränderung ☐ Art und Artbildung☐ Stammbäume (Teil 1)	□ Evolution und Verhalten
Zeitbedarf: ca. 11 Std. à 67,5 Minuten	Zeitbedarf: ca. 3 Std. à 67,5 Minuten
<u>Unterrichtsvorhaben III:</u>	<u>Unterrichtsvorhaben IV:</u>
Thema/Kontext: Humanevolution – Wie entstand der heutige Mensch?	Thema/Kontext: Molekulare und zellbiologische Grundlagen der Informationsverarbeitung und Wahrnehmung – Wie wird aus einer durch einen Reiz ausgelösten Erregung eine Wahrnehmung?

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung: UF3 Systematisierung K4 Argumentation	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung: UF1 Wiedergabe UF2 Auswahl E6 Modelle K3 Präsentation
Inhaltsfelder: IF 6 (Evolution), IF 3 (Genetik)	Inhaltsfeld: IF 4 (Neurobiologie)
Inhaltliche Schwerpunkte: □Evolution des Menschen□ Stammbäume (Teil 2)	Inhaltliche Schwerpunkte: □ Aufbau und Funktion von Neuronen □ Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung

Zoithodorfi on 7 Std à 67.5 Minutan	Zeitbedarf: ca. 13 Std. à 67,5 Minuten
Zeitbedarf: ca. 7 Std. à 67,5 Minuten	Zenbedari. ca. 15 Std. a 67,5 Williaten
<u>Unterrichtsvorhaben V:</u>	
Thema/Kontext: Lernen und Gedächtnis – Wie muss ich mich	
verhalten, um Abiturstoff am besten zu lernen und zu behalten?	
Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:	
□ K1 Dokumentation	
□ UF4 Vernetzung	
Inhaltsfeld: IF 4 (Neurobiologie)	
immunistra: ii (inedicolologie)	
Inhaltliche Schwerpunkte:	
□ Plastizität und Lernen	
1 I Iastizitat unu Letiien	
Zeithedeufe en (Std.) (7.5 Minutes	
Zeitbedarf: ca. 6 Std. à 67,5 Minuten	
Summe Qualifikationsphase (Q2) – G	RUNDKURS: 40 Stunden a 67.5 Minuten

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Q2 GK Unterrichtsvorhaben I: Thema/Kontext: Evolution in Aktio Inhaltsfeld: Evolution	on – Welche Faktoren beeinf	lussen den evolutiven Wandel?	
		C-1	
Inhaltliche Schwerpunkte:		Schwerpunkteübergeordneter Kon	
☐ Grundlagen evolutiver Veränd	derung	Die Schülerinnen und Schüler könne	
☐ Art und Artbildung ☐ Stammb	äume (Teil 1)	UF1 biologische Phänomene und S erläutern	achverhalte beschreiben und
Zoithodorf: on 11 Std à 67 5 Minut	ton	UF3 biologische Sachverhalte und	Erkenntnisse nach fachlichen Krite-
Zeitbedarf: ca. 11 Std. à 67,5 Minuten		rien ordnen, strukturieren und ihre	
		K4 sich mit anderen über biologische Sachverhalte kritisch-konstruktiv	
			gen oder Beurteilungen durch Argu-
		1	gen oder Beurtenungen durch Argu-
NA : -1: -1 - 1: 1-1-4: -1 - T -: 46 /	Konkretisierte	mente belegen bzw. widerlegen	Didaktisch-methodische
Möglichedidaktische Leitfragen /		Empfohlene Lehrmittel/	
Sequenzierung inhaltlicher	Kompetenzerwartungen	Materialien/ Methoden	Anmerkungen und Empfehlungen
Aspekte	des Kernlehrplans		sowie Darstellung der
	Die Schülerinnen und		verbindlichen Absprachen der
	Schüler		Fachkonferenz
Welche Ansätze und	Stellen die synthe-	Schroedel Lehrerband, Grüne	Think Pair Share zur Verstärkung
Fragestellungen ergaben sich im	tische Evolutionstheo-	Reihe	kommunikativer Kompetenzen
geschichtlichen Kontext zur Evo-	rie zusammenfassend		und Teambildung
lution? - Evolutionstheorien	dar (UF2, UF4)		
	Erläutern den Einfluss	Film	
	der Evolutionsfaktoren		
Welche Faktoren beeinflussen den	(Mutation, Rekombi-	Rekombinations- und Sel-	Plastizität der Messwerte, Vertie-
evolutiven Wandel?	nation, Selektion,	ektionsspiel	fung des Verständnisses
	Gendrift) auf den Gen-	ektionsspier	rung des verstandmisses
	,		
- Evolutionsfaktoren	pool einer Population		
	(UF4, UF1)		
- Art und Artbildung			
	Erklären Modellvorstel-	Informationstexte	
	lungen		

		,
zu allopatrischen und sympatrischen Art- bildungsprozessen an Beispielen (E6, UF1) Stellen den Vorgang der adaptiven Radi- ation unter dem Aspekt der An- gepasstheit dar (UF2, UF4)	Referat	
Wählen angemessene Medien zur Darstel- lung von Beispielen zur Koevolution aus Zoologie und Botanik aus und präsentieren die Beispiele (K3, UF2)	z.B. PowerPoint-Präsentation	

 Verwandt oder nicht verwandt? Homologiekriterien Analogie Konvergenz / Divergenz Molekularbiologische Kriterien 	Deuten Daten zu anatomisch- mor- phologischen und molekularen Merk- malen von Organis- men zum Beleg kon- vergenter und diver- genter Entwick- lungen (E5, UF3)	Arbeitsteilige Gruppenarbeit – (Bsp.: Vergleich mariner Organismen anhand unterschiedlicher Kriterien)	Glossarführung durch SuS
	Entwickeln und erläutern Hypothesen zu phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Daten zu anatomisch- mor- phologischen und molekularen Homol- ogien (E3, E5, K1, K4)	Stammbaumerstellung (Prinzip der einfachsten Erklärung, Homologien, apo- und plesiomorphe Merkmale,) NATURA Gesamtband S. 316 / 317	
	Erstellen und analysieren Stam- mbäume anhand von Daten zur Ermittlung von Verwandtschafts- beziehungen von Ar- ten (E3, E5)		

<u>Diagnose von Schülerkompetenzen</u>: Ad-

vanced Organizer

Leistungsbewertung:

- □ Kompetenzcheck / Brush Up (schriftliche Leistungsüberprüfung der Woche)
- Klausur

Q2 GK Unterrichtsvorhaben II:	agialatmylttyman Walaha	Faktoren beeinflussen die Evolutio	n das Carialyanhaltans?
Inhaltsfeld: Evolution	Dziaistrukturen – weiche i	raktoren beemitussen die Evolutio	n des Soziaivernaitens?
Inhaltsfeld: Evolution Inhaltliche Schwerpunkte: □ Evolution und Verhalten Zeitbedarf: ca. 3 Std. à 67,5 Minuten		Konzepte und Handlungsmöglichke UF4 Zusammenhänge zwischen u	en Problemen zielführende Definitionen, iten begründet auswählen und anwenden. unterschiedlichen, natürlichen und durch enen Vorgängen auf der Grundlage eines
Möglichedidaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz
Wie konnten sich Sexualdimorphismen im Verlauf der Evolution etablieren, obwohl sie auf die natürliche Selektion bezogen eher Handicaps bzw. einen Nachteil darstellen? □ Evolution der Sexualität □ Sexuelle Selektion - inter- und intrasexuelle Selektion - reproduktive Fitness	erläutern das Konzept der Fitness und seine Bedeutung für den Prozess der Evolution unter dem Aspekt der Weitergabe von Allelen (UF1, UF4).	Bilder von Tieren mit deutlichen Sexualdimorphismen Informationstexte(von der Lehrkraft ausgewählt) □ zu Beispielen aus dem Tierreich und □ zu ultimaten Erklärungsansätzen bzw. Theorien (Gruppenselektionstheorie und Individualselektionstheorie) Ggf. Powerpoint-Präsentationen Beobachtungsbogen	Präsentationen werden inhalts- und darstellungsbezogen evaluiert.
Wiesogibtes unterschiedliche Sozial- und Paarsysteme?	analysieren anhand von Daten die evolutionäre	Daten aus der Literatur zum Gruppenverhalten und	Lebensgemeinschaften werden anhand von wissenschaftlichen

Paarungssysteme	Entwicklung von Sozi-	Sozialstrukturen von Schimpansen,	Untersuchungsergebnissen und
Habitatwahl	alstrukturen (Paarungs-	Gorillas und Orang-Utans	grundlegenden Theorien analysiert.
	systeme, Habitatwahl)		
	unter dem Aspekt der	Graphiken / Soziogramme	Erklärungshypothesen werden
	Fitnessmaximierung		veranschaulichend dargestellt.
	(E5, UF2, UF4, K4).	Gestufte Hilfen zur Erschließung von	
		Graphiken / Soziogrammen	
			Ergebnisse werden vorgestellt und
		Präsentationen	seitens der SuS inhalts- und dar-
			stellungsbezogen beurteilt.

Diagnose von Schülerkompetenzen:

☐ Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens

Leistungsbewertung:

- ☐ KLP-Überprüfungsform: "Analyseaufgabe"
- □ Ggf. Klausur

Q2 GK Unterrichtsvorhaben III:	777'	<i>x</i> 10	
Thema/Kontext: Humanevolution - Inhaltsfeld: Evolution	- Wie entstand der heutige N	/lenscn?	
Inhaltliche Schwerpunkte:		Schwerpunkteübergeordneter Ko	matanzanyartungan
-		Die Schülerinnen und Schüler könne	
□ Evolution des Mensch			enntnisse nach fachlichen Kriterien ord-
□ Stammbäume (Teil 2)		nen, strukturieren und ihre Entscheidu	
Zoithadouf, on Z Std à 67.5 Minute	24	K4 sich mit anderen über biologische	
Zeitbedarf: ca. 7 Std. à 67,5 Minute	211	austauschen und dabei Behauptungen	
		belegen bzw. widerlegen	out 2 turitiungti uurtii 12 guintiit
Mögliche didaktische Leitfragen	Konkretisierte Kompe-	Empfohlene Lehrmittel/	Didaktisch-methodische An-
/ Sequenzierung inhaltlicher	tenzerwartungen des	Materialien/ Methoden	merkungen und Empfehlungen
Aspekte	Kernlehrplans		sowie Darstellung der verbind-
	Die Schülerinnen und		lichen Absprachen der
	Schüler		Fachkonferenz
	Ordnen den modernen	Referat zur Menschwerdung (Kul-	Exkursion Neandertalmuseum
	Menschen krite-	turelle und biologische Evolution)	und "Schädelwerkstatt"
	riengeleitet den Pri-		
In welcher Beziehung stehen	maten zu (UF3)	Film GeoKompakt oder BBC-	
Menschenaffen, Neanderthaler,		Reihe	
Homo floriensis und Co mit	Erstellen und		
Uns?	analysieren Stam-	Materialpaket zu anatomisch-	
	mbäume anhand von	molekularbiologischen	
	Daten zur Ermittlung	Methoden und Erstellung eines	
	von Verwandtschafts-	hypothetischen Stammbaumes	
	beziehungen von Ar-		
	ten		
	(E3, E5)		
	Analysieren moleku-		
	largenetische Daten		
	und deuten sie im		
	Hinblick auf die		

	Verbreitung von Al-		
	lelen und Ver-		
	wandtschafts- bezi-		
	ehungen von		
	Lebewesen (E5, E6)		
	Bewerten die Prob-	Fächerübergreifend mit dem	
	lematik des Rasse-Begriffs beim Menschen	Fach Geschichte	
	aus historischer und	Anbindung an Geschwister-	
	gesellschaftlicher	Scholl-Thematik am GSG	
	Sicht und nehmen		
	zum Missbrauch die-	Ethik-Diskussion	
	ses Begriffs aus fachli-		
	cher Perspektive Stel-		
	lung (B1, B3, K4)		
	Belegen an Beispielen	Homöobox-Gene (z.B. Drosophila,	
	den aktuellen evolu-	Arabidopsis)	
Epigenetik	tionären Wandel von	1 /	
	Organismen(u.a.	Gendatenbanken Acetylier-	
	mithilfe von Auszügen	-	
	aus Gendatenbanken)	ung, Methylierung	
	(E2, E5)	<i>3</i> , <i>3</i>	
Diagnose von Schülerkompetenzen:			
□ Evaluationsbogen			
T			

Leistungsbewertung:

□ ggf. Klausur

Thema/Kontext: Molekulare und zellbiologische Grundlagen der Informationsverarbeitung und Wahrnehmung – Wie wird aus einer durch einen Reiz ausgelösten Erregung eine Wahrnehmung? Inhaltsfeld: IF 4 (Neurobiologie) Inhaltliche Schwerpunkte: Aufbau und Funktion von Neuronen Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung Zeitbedarf: ca. 13 Std. à 67,5 Minuten Zeitbedarf: ca. 13 Std. à 67,5 Minuten Zeitbedarf: ca. 13 Std. à 67,5 Minuten Möglichedidaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Die Schülerinnen und Schüler können UF1 biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern UF2 zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden E6 Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen K3 biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren Möglichedidaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte Konkretisierte Kompetenzerwartungen Materialien/ Methoden Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der	00 CIZII - 11 - 11 TV			
einen Reiz ausgelösten Erregung eine Wahrnehmung? Inhaltsfeld: IF 4 (Neurobiologie) Inhaltliche Schwerpunkte:	Q2 GK Unterrichtsvorhaben IV:			
Inhaltliche Schwerpunkte: Aufbau und Funktion von Neuronen Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung VF2 zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden E6 Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen K3 biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren			nformationsverarbeitung und Wahrnehn	nung – Wie wird aus einer durch
Inhaltliche Schwerpunkte: □ Aufbau und Funktion von Neuronen □ Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung Zeitbedarf: ca. 13 Std. à 67,5 Minuten Zeitbedarf: ca. 13 Std. à 67,5 Min		wanrnenmung?		
Aufbau und Funktion von Neuronen Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung Zeitbedarf: ca. 13 Std. à 67,5 Minuten Zeitbedarf: ca. 13 Std. à 67,5 Minuten Die Schülerinnen und Schüler können UF1 biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern UF2 zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden E6 Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen K3 biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren Möglichedidaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Mäterialien/ Methoden Die Schülerinnen und Schüler können UF1 biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern UF2 zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden E6 Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Schülerinnen Wöglichedidaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Möglichedidaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	, , , , , , , , , , , , , , , , , , ,		Schwernunkteijbergeordneter Koi	nnetenzerwartungen:
Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung Zeitbedarf: ca. 13 Std. à 67,5 Minuten Zeitbedarf: ca. 13 Std. à 67,5 Minuten Wöglichedidaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung UF1 biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern UF2 zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden E6 Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen K3 biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren Möglichedidaktische Leitfragen / Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	_	ironen		
der Wahrnehmung Zeitbedarf: ca. 13 Std. à 67,5 Minuten Zeitbedarf: ca. 13 Std. à 67,5 Minuten UF2 zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden E6 Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen K3 biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren Möglichedidaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Waterialien/ Methoden Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der				
Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden E6 Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen K3 biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren Möglichedidaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden E6 Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen K3 biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren Möglichedidaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Konkretisierte Materialien/ Methoden Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der		citaing and Grandiagen		
ellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen K3 biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren Möglichedidaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Empfohlene Lehrmittel/ Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der				
biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen K3 biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung sit- uationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren Möglichedidaktische Leitfragen / Konkretisierte Sequenzierung inhaltlicher Aspekte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen K3 biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung sit- uationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der	Zeitbedarf: ca. 13 Std. à 67,5 Minute	en		
K3 biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren Möglichedidaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans K3 biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren Empfohlene Lehrmittel/ Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der				
uationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren Möglichedidaktische Leitfragen / Konkretisierte Sequenzierung inhaltlicher Aspekte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans uationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht Empfohlene Lehrmittel/ Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der			biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen	
möglichedidaktische Leitfragen / Konkretisierte Empfohlene Lehrmittel/ Didaktisch-methodische Sequenzierung inhaltlicher Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Materialien/ Methoden sowie Darstellung der				
Möglichedidaktische Leitfragen / Konkretisierte Empfohlene Lehrmittel/ Didaktisch-methodische Sequenzierung inhaltlicher Aspekte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden sowie Darstellung der			ı	stellungsformen adressatengerecht
Sequenzierung inhaltlicher Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Materialien/ Methoden sowie Darstellung der	Mäglichadidaktischa Laitfragen /	Vonkratisjarta	1	Didaktisah mathadisaha
Aspekte des Kernlehrplans sowie Darstellung der				
			1/2002	
	*			verbindlichen Absprachen der
Schüler Fachkonferenz				Fachkonferenz
Beschreiben Aufbau Schematische Darstellung und			ı	
und Funktion des Beschriftung			_	
Wie ist das Nervensystem des Neurons (UF1) Transfer: Modellbildung Klas-		Neurons (UF1)	_	
Menschen aufgebaut und wie senraum als Neuron (Tür = span-			· · · · · ·	
funktioniert es? nungsabh. Na-Kanal; Lüftung-	funktioniert es?			
sanlage = Na/K-Pumpe;			1	
))	
Leiten aus Messdaten		Leiten aus Messdaten		
der Patch-Clamp- Tintenfisch-Riesenaxon-			Tintenfisch-Riesenaxon-	
Technik Ableitung Ruhepotential				

Veränderungen von Ionenströmen durch Ionenkanäle ab und entwickeln dazu Modellvorstellungen (E5,6, K4)	☐ Hypothesenbildung mit Modellerstellung (Umschläge mit Einzelbestandteilen wie Biomembranschnipsel, Ionen, Carrierschnipsel,)	
Vergleichen die Weiterleitung des AP an myelinisierten und nicht-m. Axonen miteinander und stel- len diese unter dem Aspekt der Leitungs- geschwindigkeit in einem funktionellen Zusammenhang dar (UF2, 3, 4)	"Domino"-Modell szen- ische Darstellung des Modells durch die SuS per Videografie (Photoscape) und Evaluation	
Erläutern die Verschaltung von Neuronen bei der Erregungs- weiterleitung und der Verrechnung von Potentialen mit der Funktion der Synapsen auf molekularer Ebene (UF1, 3)	Materialien aus den Materialbänden Jaenicke (Aulis Verlag)	
Erklären Ableitungen von Potentialen mittels Messelektroden an		

	Axon und Synapse und werten Messergebnisse unter Zuordnung der molekularen Vorgänge an Biomembranen aus (E2,5, UF 1,2) Erklären die Rolle von Sympathikus und Parasympathikus bei der neuronalen und hormonellen Regelung von physiologischen Funktionen an Beispielen (UF1, 2, 4, E6)	Referat Stress bei Spitzhörnchen (NATURA Gesamtband S.142/143)	
Illusion oder Realität – Das Spiel der Sinne	Erläutern den Aufbau und die Funktion der Netzhaut unter den Aspekten der Farb- und Kontrast- wahrnehmung (UF3, 4) Stellen die Veränder- ung der Membrans- pannung an Lichtsinneszellen an- hand von Modellen dar und beschreiben die Bedeutung des second messengers	Illusionen und Sehtests Plakaterstellung (Wie funktioniert Kontrastverstärkung, etc.) "Lichtorgel" zur Darstellung der Reaktionskaskade	

	und der Reaktion- skaskade bei der Foto- transduktion (E1, 6)			
Diagnose von Schülerkompetenzen:				
□ MindMap im Vorfeld				
TABU-Karten zu Neurobiologie				

Q2 GK Unterrichtsvorhaben V:						
Thema/Kontext: Lernen und Gedächtnis – Wie muss ich mich verhalten, um Abiturstoff am besten zu lernen und zu behalten?						
Inhaltsfeld: IF 4 (Neurobiologie)						
Inhaltliche Schwerpunkte:		Schwerpunkteübergeordneter Kompetenzerwartungen:				
□ Plastizität und Lernen		Die Schülerinnen und Schüler können				
- I addizitat and Lornon		K1 bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen				
Zeitbedarf: ca. 6 Std. à 67,5 Minuten		Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübli-				
22.000.00.00.00.00.00.00.00.00.00.00.00.		che Darstellungsweisen verwenden				
		UF4 Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch				
		menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines				
		vernetzten biologischen Wissens erschließen und aufzeigen				
Mögliche didaktische Leitfragen	Konkretisierte Kompe-	Empfohlene Lehrmittel/	Didaktisch-methodische An-			
/ Sequenzierung inhaltlicher	tenzerwartungen des	Materialien/ Methoden	merkungen und Empfehlungen			
Aspekte	Kernlehrplans		sowie Darstellung der			
	Die Schülerinnen und Schüler		verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz			
	Recherchieren und	Referate	Facilkomerenz			
Alzhaimar und Lamlaistung als	präsentieren aktuelle	Referate				
Alzheimer und Lernleistung als Kontrastproblematik – Wie bereite	wissenschaftliche	Film "Quarks und Co"				
ich mich effizient auf die Abi-	Erkenntnisse zu einer	Filli "Quarks und Co				
turprüfungen vor?						
turprurungen vor?	degenerativen					
	Erkrankung (K3, B1)					
	Stellen aktuelle	Referate				
	Modellvorstellungen	Referate				
	zum Gedächtnis auf					
	anatomisch- mor-					
	phologischer Ebene					
	dar (K3, B1)					
	um (113, 151)					
	Stellen Möglichkeiten					
	und Grenzen bildge-					
	bender					
	belider					

Verfahren zur Anatomie und zur Funktion des Gehirns (PET und fMRT) gegenüber und bringen diese mit der Erforschung von Gehirnabläufen in Verbindung (UF1, 4, B4)

Stellen den Vorgang von der durch einen Reiz ausgelösten Erregung von Sinneszellen bis zur Entstehung des Sinneseindrucks bzw. der Wahrnehmung im Gehirn unter Verwendung fachspezifischer Darstellungsformen in Grundzügen dar (K1, 3)

Erklären den Begriff der Plastizität anhand geeigneter Modelle und leiten die Bedeutung für ein lebenslanges Lernen ab (E6, UF4)

Dokumentieren und

	präsentieren die Wir-	Plakate im Museumsgang zur	
	kung von endo-und ex-	Wirkung von Drogen	
	ogenen Stoffen auf		
	Vorgänge am Axon,		
	der Synapse und		
	Gehirnarealen an		
	konkreten Beispielen		
	(K1, 3, UF2)		
	Leiten Wirkung von		
	endo- und exogenen		
	Substanzen (u.a. von		
	Neuroenhancern) auf		
	die Gesundheit ab und		
	bewerten mögliche		
	Folgen für das Indi-		
	viduum und die Ge-		
	sellschaft (B2, 3, 4,		
	UF2, 4)		
Diagnose von Schülerkompetenzen:			
<u>Leistungsbewertung:</u>			
□ Brush Up			
□ Vorabitursklausur			

Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS			
<u>Unterrichtsvorhaben</u> <u>I:</u>	<u>Unterrichtsvorhaben II:</u>		
Thema/Kontext: Evolution in Aktion – Welche Faktoren beeinflussen den evolutiven Wandel?	Thema/Kontext: Von der Gruppen- zur Multilevel-Selektion – Welche Faktoren beeinflussen die Evolution des Sozialverhaltens?		
Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:		
□ UF1 Wiedergabe	□ UF2 Auswahl		
□ UF3 Systematisierung	□ K4 Argumentation		
□ K4 Argumentation	□ E7 Arbeits- und Denkweisen		
□ E2 Wahrnehmung und Messung			
□ E3 Hypothesen			
☐ E7 Arbeits- und Denkweisen	Inhaltsfeld: IF 6(Evolution)		
Inhaltsfeld: IF 6 (Evolution), IF 3 (Genetik)	Inhaltliche Schwerpunkte: □Evolution und Verhalten		
Inhaltliche Schwerpunkte:			
□ Grundlagen evolutiver Veränderung □ Art und Artbild-	Zeitbedarf: ca. 9 Stunden à 67,5 Minuten		
ung □ Entwicklung der Evolutionstheorie □ Stammbäume	Zeitbedaff. Ca. 9 Stuffdelf a 07,5 Williatelf		
Zeitbedarf: ca. 19 Stunden à 67,5 Minuten			
<u>Unterrichtsvorhaben III:</u>	<u>Unterrichtsvorhaben IV:</u>		
Thema/Kontext: Humanevolution – Wie entstand der heutige Mensch?	Thema/Kontext: Molekulare und zellbiologische Grundlagen der neuronalen Informationsverarbeitung— Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie ist organisiert?		
Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:			
□ UF3 Systematisierung	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:		
□ E5 Auswertung	□ UF1 Wiedergabe		
□ K4 Argumentation	□ UF2 Auswahl		
	□ E1 Probleme und Fragestellungen		
Inhaltsfelder: IF 6 (Evolution), IF 3 (Genetik)	□ E2 Wahrnehmung und Messung		
	□ E5 Auswertung		
Inhaltliche Schwerpunkte:	□ E6 Modelle		
□Evolution des Menschen			

	Inhaltsfeld: IF 4 (Neurobiologie)
Zeitbedarf: ca. 9 Std. à 67,5 Minuten	
	Inhaltliche Schwerpunkte:
	□ Aufbau und Funktion von Neuronen □ Neuronale
	Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung (Teil 1)
	Methoden der Neurobiologie (Teil1)
	Zaishadarfi an 15 Ctd à CZ 5 Minuten
TInton States A. L. V.	Zeitbedarf: ca. 15 Std. à 67,5 Minuten
<u>Unterrichtsvorhaben V:</u>	Unterrichtsvorhaben VI:
Thema/Kontext: Fototransduktion – Wie entsteht aus der Erregung ein-	Thema/Kontext: Aspekte der Hirnforschung – Welche Faktoren bee-
fallender Lichtreize ein Sinneseindruck im Gehirn?	influssen unser Gehirn?
Tanender Elenderze em Sinnesenididek im Genini:	initussen unser Genitit:
	Kompetenzen:
Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:	□ UF4 Vernetzung
☐ K3 Präsentation	□ K2 Recherche
	□ K3 Präsentation
	□ B4 Möglichkeiten und Grenzen
	Inhaltsfeld: IF 4 (Neurobiologie)
	initiatisfeid. If 4 (Neurobiologie)
Inhaltsfelder: IF 4 (Neurobiologie)	Inhaltliche Schwerpunkte:
imatisferent if (1)eurostotogie)	□ Plastizität und Lernen □ Methoden der Neurobiologie (Teil 2)
Inhaltliche Schwerpunkte:	Translitute and Lemen - Methoden der Medioerologie (1911 2)
□ Leistungen der Netzhaut □ Neuronale Informationsverarbeitung urd	Zeitbedarf: ca. 9 Std. à 67,5 Minuten
Grundlagen der Wahrnehmung (Teil 2)	Zenteedarr. ea. y Star a 61,5 Frinater
Zeitbedarf: ca. 6 Std. à 67,5 Minuten	
Zeroceanii en o sea a oris minaten	
Summe Qualifikationsphase (Q2) = LEIS	TUNGSKURS: 67 Stunden a 67.5 Minuten

Mögliche unterrichtsvorhabenbezogene Konkretisierung:

Q2 LK Unterrichtsvorhaben I:			
Thema/Kontext: Evolution in Aktion – V	Velche Faktoren beeinflusse	n den evolutiven Wandel?	
Inhaltsfeld: Evolution			
Inhaltliche Schwerpunkte:		Schwerpunkteübergeordneter	
☐ Grundlagen evolutiver Veränderun	g	Die Schülerinnen und Schüler kö	önnen
☐ Art und Artbildung ☐ Stammbäume	~	UF1 biologische Phänomene und	Sachverhalte beschreiben und erläutern
☐ Entwicklung der Evolutionstheorie			Erkenntnisse nach fachlichen Krite-
		rien ordnen, strukturieren und ihre	5 5
Zeitbedarf: ca. 19 Std. à 67,5 Minuten			che Sachverhalte kritisch-konstruktiv
,			gen oder Beurteilungen durch Argu-
		mente belegen bzw. widerlegen	
		E2 Beobachtungen und Messunge	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
		Apparaturen, sachgerecht erläuter	
			lle und Gesetzmäßigkeiten Hypothe-
		sen generieren sowie Verfahren zu	
			reflektieren sowie Veränderungen im
			sweisen in ihrer historischen und kul-
		turellen Entwicklung darstellen.	
Mögliche didaktische Leitfragen / Se-	Konkretisierte Kompe-	Empfohlene Lehrmittel/	Didaktisch-methodische An-
quenzierung inhaltlicher Aspekte	tenzerwartungen des	Materialien/ Methoden	merkungen und Empfehlungen
	Kernlehrplans Die Schülerinnen und		sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen
	Schüler		der Fachkonferenz
Welche Ansätze und	Stellen die synthe-	Schroedel Lehrerband,	Think Pair Share zur
Fragestellungen ergaben sich im ges-	tische Evolutionstheo-	Grüne Reihe	Verstärkung kommunikativer
chichtlichen Kontext zur Evolution? -	rie zusammenfassend	Grune Reme	Kompetenzen und Teambildung
Evolutionstheorien	dar (UF2, UF4)		Kompetenzen und Teamondung
Evolutionstricorien	uai (01·2, 01·4)		
	Erläutern den Einfluss	Film	
	der Evolutionsfaktoren	1 11111	
Welche Faktoren beeinflussen den	(Mutation, Rekombina-	Rekombinations- und	Plastizität der Messwerte,
evolutiven Wandel?	tion, Selektion, Gen-	Selektionsspiel	Vertiefung des Verständnisses
Crossiven remact.	drift)	Sciektionsspier	vertierung des verstandinsses
	unit)		

D 1 1 01			
 Evolutionsfaktoren Selektion 	auf den Genpool einer		
o Selektion o Mutation	Population (UF4, UF1)		
o Rekombination			Erarbeitung des Begriffs der Vari-
o Gendrift	F.11: N. 1.11	T. C.	abilität in Form einer Mind- Map
o (Isolation)	Erklären Modellvor-	Informationstexte	
- Art und Artbildung	stellungen zu allo-		
- Adaptive Radiation	patrischen und sym-		Kurzer Exkurs zur Popula-
- Hardy-Weinberg-Gesetz	patrischen Artbild-		tionsgenetik: Hardy- Wein-
·	ungsprozessen an		berg-Gesetz am Beispiel der
	Beispielen (E6, UF1)		Hainbänderweinbergschnecke
	Challen dan Wanasana		in Form von Modellen/Simu-
	Stellen den Vorgang	Referat	lationen
	der adaptiven Radi- ation unter dem	Referat	
			D : 2 G 1 L: 41 :
	Aspekt der Angepasstheit dar		Darwin's Selektionstheorie
	(UF2, UF4)		(kurz)
	(0F2, 0F4)		Selektion (Formen der Sel-
	Wählen engemessene		ektion) am Beispiel vom
	Wählen angemessene Medien zur Darstel-	z.B. PowerPoint-	Birkenspanner, mithilfe eines
	lung von Beispielen	Präsentation	Selektionsspiels (Elefan-
	zur Koevolution aus	Trasentation	tenstoßzähne, Kabeljau:
	Zoologie und Botanik		www.evolution-of-life.com).
	aus und präsentieren		Everbeitung des Candrifts en
	die Beispiele (K3,		Erarbeitung des Gendrifts an einem Beispiel aus der Hu-
	UF2)		manevolution, so z. B. die Far-
	01.2)		benblindheit der Einwohner der
	Bestimmen und mod-		Insel Pingelap
	ellieren mithilfe des		mser i nigerap
	Hardy-Weinberg- Ge-		
	setzes die Allelfre-		
	quenzen in Popula-		
	tionen und		
	donen und		

	geben Bedingungen für die Gültigkeit dieses Gesetzes an (E6). Beschreiben Biodiversität auf verschiedenen Systemebenen (genetische Variabilität, Artenvielfalt, Vielfalt der Ökosysteme) (UF4, UF1, UF2, UF3).		
Verwandt oder nicht verwandt? - Homologiekriterien - Analogie - Konvergenz / Divergenz - Molekularbiologische Kriterien	Deuten Daten zu anatomisch- mor- phologischen und molekularen Merk- malen von Organis- men zum Beleg kon- vergenter und diver- genter Entwick- lungen (E5, UF3)	Arbeitsteilige Gruppenarbeit – (Bsp.: Vergleich mariner Organismen anhand unter- schiedlicher Kriterien)	Glossarführung durch SuS
	Entwickeln und erläutern Hypothesen zu phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Daten zu anatomisch- mor- phologischen und molekularen Homol- ogien (E3, E5, K1, K4)	Stammbaumerstellung (Prinzip der einfachsten Erklärung, Homolgien, apo- und plesiomorphe Merk- male,) NATURA Gesamtband S. 316 / 317	

Erstellen und analysieren Stammbäume anhand von Daten zur Ermittlung von Verwandtschaftsbeziehungen von Arten (E3, E5)		
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

<u>Diagnose von Schülerkompetenzen:</u> Advanced Organizer

Leistungsbewertung:

- □ Kompetenzcheck / Brush Up (schriftliche Leistungsüberprüfung der Woche)
- □ Klausur

Q2 LK Unterrichtsvorhaben II:			
Thema/Kontext: Von der Gruppen- Inhaltsfeld: Evolution	zur Multilevel-Selektion – `	Welche Faktoren beeinflussen die Evo	olution des Sozialverhaltens?
Inhaltliche Schwerpunkte:		Schwerpunkteübergeordneter Kon	mnetenzerwartungen
□ Evolution und Verhalten		Die Schülerinnen und Schüler könne	
Evolution and vernation			Problemen zielführende Definitionen,
Zeitbedarf: ca. 9 Std. à 67,5 Minute	en		iten begründet auswählen und anwenden.
		□ UF4 Zusammenhänge zwischen u	unterschiedlichen, natürlichen und durch enen Vorgängen auf der Grundlage eines
Möglichedidaktische Leitfragen /	Konkretisierte Kompe-	Empfohlene Lehrmittel/	Didaktisch-methodische An-
Sequenzierung inhaltlicher	tenzerwartungen des	Materialien/ Methoden	merkungen und Empfehlungen
Aspekte	Kernlehrplans		sowie Darstellung der verbind-
	Die Schülerinnen und Schüler		lichen Absprachen der Fachkonferenz
Wie konnten sich Sexualdimorphismen	erläutern das Konzept	Bilder von Tieren mit deutlichen	Phänomen: Sexualdimorphismus
im Verlauf der Evolution etablieren,	der Fitness und seine	Sexualdimorphismen	•
obwohl sie auf die natürliche Selektion	Bedeutung für den	_	
bezogen eher Handicaps bzw. einen	Prozess der Evolution	Informationstexte (von der	
Nachteil darstellen?	unter dem Aspekt der	Lehrkraft ausgewählt)	
	Weitergabe von Allelen	□ zu Beispielen aus dem	
☐ Evolution der Sexualität	(UF1, UF4).	Tierreich und	
□ Sexuelle Selektion		□ zu ultimaten Erklärung-	
- inter- und intrasexuelle		sansätzen bzw. Theorien	
Selektion		(Gruppenselektionstheorie und Individualselektionsthe-	
- reproduktive Fitness		orie	
Sexy-Son-HypotheseGute-Gene-Hypothese)	
- Handicap-Hypothese		,	
- Handicap-Hypothese		Ggf. Powerpoint-Präsentationen	Präsentationen werden inhalts- und darstellungsbezogen evaluiert.
		Beobachtungsbogen	
Wiesogibtesunterschiedliche	analysieren anhand von	Daten aus der Literatur zum	Lebensgemeinschaften werden anhand
Sozial- und Paarsysteme?	Daten die evolutionäre	Gruppenverhalten und	von wissenschaftlichen

Paarungssysteme	Entwicklung von Sozi-	Sozialstrukturen von Schimpansen,	Untersuchungsergebnissen und
Habitatwahl	alstrukturen (Paarungs-	Gorillas und Orang-Utans	grundlegenden Theorien analysiert.
	systeme, Habitatwahl)		
	unter dem Aspekt der	Graphiken / Soziogramme	Erklärungshypothesen werden
	Fitnessmaximierung		veranschaulichend dargestellt.
	(E5, UF2, UF4, K4).	Gestufte Hilfen zur Erschließung von	
		Graphiken / Soziogrammen	
			Ergebnisse werden vorgestellt und
		Präsentationen	seitens der SuS inhalts- und dar-
			stellungsbezogen beurteilt.

☐ Selbstevaluationsbogen mit Ich-Kompetenzen am Ende des Unterrichtsvorhabens

Leistungsbewertung:

- ☐ KLP-Überprüfungsform: "Analyseaufgabe"
- □ Ggf. Klausur

Q2 LK Unterrichtsvorhaben III:				
Inhaltsfeld: Evolution	Thema/Kontext: Humanevolution – Wie entstand der heutige Mensch?			
Inhaltliche Schwerpunkte:		Schwerpunkteübergeordneter Kor	mnetenzerwartungen:	
□ Evolution des Mensch	an .	Die Schülerinnen und Schüler könne		
☐ Stammbäume (Teil 2)	icii	UF3 biologische Sachverhalte und Erk		
Stammoatine (1ch 2)		ordnen, strukturieren und ihre Entsche		
Zeitbedarf: ca. 9 Std. à 67,5 Minute	en	K4 sich mit anderen über biologische		
		austauschen und dabei Behauptungen	oder Beurteilungen durch Argumente	
		belegen bzw. widerlegen		
Mögliche didaktische Leitfragen	Konkretisierte Kompe-	Empfohlene Lehrmittel/	Didaktisch-methodische An-	
/ Sequenzierung inhaltlicher	tenzerwartungen des	Materialien/ Methoden	merkungen und Empfehlungen	
Aspekte	Kernlehrplans Die Schülerinnen und		sowie Darstellung der verbind- lichen Absprachen der	
	Schüler		Fachkonferenz	
	Ordnen den modernen	Referat zur Menschwerdung (Kul-	Exkursion Neandertalmuseum	
Mensch und Affe im Vergleich	Menschen krite-	turelle und biologische Evolution)	und "Schädelwerkstatt"	
	riengeleitet den Pri-		,,	
	maten zu (UF3)			
In welcher Beziehung stehen	Erstellen und	Film GeoKompakt oder BBC-		
Menschenaffen, Neanderthaler,	analysieren Stam-	Reihe		
Homo floriensis und Co mit	mbäume anhand von			
Uns?	Daten zur Ermittlung	Materialpaket zu anatomisch-		
	von Verwandtschafts-	molekularbiologischen		
	beziehungen von Ar-	Methoden und Erstellung eines		
	ten	hypothetischen Stammbaumes		
	(E3, E5)			
	Analysieren moleku-			
	largenetische			
	iai generische			

	Daten und deuten sie im Hinblick auf die Verbreitung von Allelen und Verwandtschafts- beziehungen von Lebewesen (E5, E6) Entwickeln und erläutern Hypothesen zu phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Daten zu anatomisch- morphologischen und molekularen Homologien (E3, E5, K1, K4)		
Wie lässt sich Rassismus biologisch widerlegen?	Bewerten die Problematik des Rasse-Begriffs beim Menschen aus historischer und gesellschaftlicher Sicht und nehmen zum Missbrauch dieses Begriffs aus fachlicher Perspektive Stellung (B1, B3, K4) Diskutieren wissenschaftliche Befunde (u. a.	Fächerübergreifend mit dem Fach Geschichte Anbindung an Geschwister- Scholl-Thematik am GSG Ethik-Diskussion	

	Schlüsselmerkmale) und Hypothesen zur Humanevolution unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit kritisch- konstruktiv (K4, E7, B4)		
Epigenetik	Belegen an Beispielen den aktuellen evolu- tionären Wandel von Organismen(u.a. mithilfe von Auszügen aus Gendatenbanken) (E2, E5)	Homöobox-Gene (z.B. Drosophila, Arabidopsis) Gendatenbanken Acetylierung und Methylierung	

<u>Leistungsbewertung:</u>

- Schriftliche Leistungsevaluation
- □ ggf. Klausur

Thema/Kontext: Molekulare und zellbiologische Grundlagen der Informationsverarbeitung und Wahrnehmung – Wie wird aus einer durch einen Reiz ausgelösten Erregung eine Wahrnehmung? Inhaltsfeld: If 4 (Neurobiologie) Inhaltsfeld: Inhalt					
Inhaltsfeld: IF 4 (Neurobiologie) Inhaltsfeld: IF 4 (Neurobiologie) Inhaltsfeld: IF 4 (Neurobiologie) Inhaltsfeld: IF 4 (Neurobiologie) Aufbau und Funktion von Neuronen Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung Zeitbedarf: ca. 13 Std. à 67,5 Minuten Möglichedidaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte Schülerinnen und Schüler können Möglichedidaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte Beschreiben und ohne her verbindlichen Abeitsergebnisse unter Verwendung sit uationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren Materialien/ Methoden Didaktisch-methodische Ammerkungen und Empfehlungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie funktioniert es? Beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1) Leiten aus Messdaten Leiten aus Messdaten Tintenfisch-Riesenaxon- Leiten aus Messdaten Tintenfisch-Riesenaxon-	Q2 LK Unterrichtsvorhaben IV:				
Inhaltliche Schwerpunkte: Aufbau und Funktion von Neuronen Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung Schülerinnen und Schüler können UFI biologische Phinomene und Sachverhalte beschreiben und erläutem UF2 zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden E6 Anschauungsmöglichkeiten begründet auswählen und Arbeitsen begründet auswählen und Arbeitsen begründet auswählen und Arbeitsen begründe					
Inhaltliche Schwerpunkte: Aufbau und Funktion von Neuronen Die Schulerinnen und Schüler können UFI biologische Phänomene und Sachverhalte beschreiben und erläutern UF2 zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden E6 Anschaunugsmodelen mitwelken sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen K3 biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie funktion des Neurons (UF1) Schematische Darstellung und Beschriftung Transfer: Modellbildung Klassenraum als Neuron (Tür = spannungsabh. Na-Kanal; Lüftungsanlage = Na/K-Pumpe;) Leiten aus Messdaten Tintenfisch-Riesenaxon-		wannenmung:			
Aufbau und Funktion von Neuronen Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung VF2 zur Lösung von biologischen Problemen zielführende Definitionen, Konzepte und Handlungsmöglichkeiten begründet auswählen und anwenden E6 Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen K3 biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren Möglichedidaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz Transfer: Modellbildung Klassenraum als Neuron (Tür = spannungsabh. Na-Kanal; Lüftungsanlage = Na/K-Pumpe;) Leiten aus Messdaten Tintenfisch-Riesenaxon-	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		Schwerpunkteübergeordneter Kor	mpetenzerwartungen:	
Neuronale Informationsverarbeitung und Grundlagen der Wahrnehmung	_	uronen			
Ceitbedarf: ca. 13 Std. à 67,5 Minuten Ceitbedarf: ca. 13 Std. à 67,5 Minuten E6 Anschauungsmödelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen K3 biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren Materialien/ Methoden Materialien/ Methoden Materialien/ Methoden Materialien/ Methoden Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz Schematische Darstellung und Beschreitung und Beschreitung und Beschriftung Transfer: Modellbildung Klassenraum als Neuron (Tür = spannungsabh. Na-Kanal; Lüftungsanlage = Na/K-Pumpe;) Leiten aus Messdaten Tintenfisch-Riesenaxon-	□ Neuronale Informationsverar	oeitung und Grundlagen	UF1 biologische Phänomene und Sach	verhalte beschreiben und erläutern	
Zeitbedarf: ca. 13 Std. à 67,5 Minuten Bé Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellenugen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen K3 biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz Schematische Darstellung und Beschriftung Transfer: Modellbildung Klassenraum als Neuron (Tür = spannungsabh. Na-Kanal; Lüftungsanlage = Na/K-Pumpe;) Leiten aus Messdaten Tintenfisch-Riesenaxon-					
ellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen K3 biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren Möglichedidaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte					
biotechnische Prozesse erklären oder vorhersagen K3 biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren Möglichedidaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte Möglichedidaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte Komkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden Schüler Schematische Darstellung und Beschriftung Transfer: Modellbildung Klassenraum als Neuron (Tür = spannungsabh. Na-Kanal; Lüftungsanlage = Na/K-Pumpe;) Leiten aus Messdaten Tintenfisch-Riesenaxon-	Zeitbedarf: ca. 13 Std. à 67,5 Minute	en			
Möglichedidaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte Sender Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schüler Empfohene Lehrmittel / Materialien / Methoden Materialien / Methoden Schüler Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz				S .	
Möglichedidaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler Beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1) Beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1) Leiten aus Messdaten Leiten aus Messdaten Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden Schematische Darstellung und Beschriftung Transfer: Modellbildung Klassenraum als Neuron (Tür = spannungsabh. Na-Kanal; Lüftungsanlage = Na/K-Pumpe;) Leiten aus Messdaten Tintenfisch-Riesenaxon-					
Möglichedidaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie funktioniert es? Beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1) Beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1) Leiten aus Messdaten Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz Schematische Darstellung und Beschriftung Transfer: Modellbildung Klassenraum als Neuron (Tür = spannungsabh. Na-Kanal; Lüftungsanlage = Na/K-Pumpe;)					
Möglichedidaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher Aspekte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie funktioniert es? Beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1) Beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1) Beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1) Beschreiben Aufbau und Funktion des Neuron (Tür = spannungsabh. Na-Kanal; Lüftungsanlage = Na/K-Pumpe;) Leiten aus Messdaten Tintenfisch-Riesenaxon-					
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie funktioniert es? Beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1) Beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1) Beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1) Transfer: Modellbildung Klassenraum als Neuron (Tür = spannungsabh. Na-Kanal; Lüftungsanlage = Na/K-Pumpe;) Leiten aus Messdaten Tintenfisch-Riesenaxon-	Möglichedidaktische Leitfragen /	Konkretisierte	1	Didaktisch-methodische	
Aspekte des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie funktioniert es? Beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1) Beschreiben Aufbau und Beschriftung Transfer: Modellbildung Klassenraum als Neuron (Tür = spannungsabh. Na-Kanal; Lüftungsanlage = Na/K-Pumpe;) Leiten aus Messdaten Tintenfisch-Riesenaxon-					
Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie funktioniert es? Beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1) Neurons (UF1) Schematische Darstellung und Beschriftung Transfer: Modellbildung Klassenraum als Neuron (Tür = spannungsabh. Na-Kanal; Lüftungsanlage = Na/K-Pumpe;) Leiten aus Messdaten Tintenfisch-Riesenaxon-					
Wie ist das Nervensystem des Menschen aufgebaut und wie funktioniert es? Beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1) Beschreiben Aufbau und Funktion des Neurons (UF1) Transfer: Modellbildung Klassenraum als Neuron (Tür = spannungsabh. Na-Kanal; Lüftungsanlage = Na/K-Pumpe;) Leiten aus Messdaten Tintenfisch-Riesenaxon-		2 12 2 2 2 2			
Menschen aufgebaut und wie funktion des Neurons (UF1) Beschriftung Transfer: Modellbildung Klassenraum als Neuron (Tür = spannungsabh. Na-Kanal; Lüftungsanlage = Na/K-Pumpe;) Leiten aus Messdaten Tintenfisch-Riesenaxon-		Schüler		Fachkonferenz	
Menschen aufgebaut und wie funktion des Neurons (UF1) Beschriftung Transfer: Modellbildung Klassenraum als Neuron (Tür = spannungsabh. Na-Kanal; Lüftungsanlage = Na/K-Pumpe;) Leiten aus Messdaten Tintenfisch-Riesenaxon-					
funktioniert es? Neurons (UF1) Transfer: Modellbildung Klassenraum als Neuron (Tür = spannungsabh. Na-Kanal; Lüftungsanlage = Na/K-Pumpe;) Leiten aus Messdaten Tintenfisch-Riesenaxon-	_		ı		
senraum als Neuron (Tür = span- nungsabh. Na-Kanal; Lüftung- sanlage = Na/K-Pumpe;) Leiten aus Messdaten Tintenfisch-Riesenaxon-					
nungsabh. Na-Kanal; Lüftung- sanlage = Na/K-Pumpe;) Leiten aus Messdaten Tintenfisch-Riesenaxon-	funktioniert es?	Neurons (UF1)			
sanlage = Na/K-Pumpe;) Leiten aus Messdaten Tintenfisch-Riesenaxon-					
Leiten aus Messdaten Tintenfisch-Riesenaxon-					
Leiten aus Messdaten Tintenfisch-Riesenaxon-					
			<i>)</i>		
		Leiten aus Messdaten	Tintenfisch-Riesenaxon-		
der Patch-Clamp- Ableitung Ruhepotential					

ung nen nen entv	chnik Veränder- gen von Io- strömen durch Io- kanäle ab und wickeln dazu Mod- vorstellungen (E5,	☐ Hypothesenbildung mit Modellerstellung (Umschläge mit Einzelbestandteilen wie Biomembranschnipsel, Ionen, Carrierschnipsel,)	
We an ranich mitches and response to the control of	rgleichen die iterleitung des AP myelinisierten und ht-m. Axonen einander und steldiese unter dem bekt der Leitungschwindigkeit in em funktionellen sammenhang dar F2, 3, 4)	"Domino"-Modell szen- ische Darstellung des Modells durch die SuS per Videografie (Photoscape) und Evaluation	
scha rone regu leitu rech tiale tion auf	äutern die Ver- altung von Neu- en bei der Er- ungs- weiter- ung und der Ver- hnung von Poten- en mit der Funk- n der Synapsen molekularer ene (UF1, 3)	Materialien aus den Materialbänden Jaenicke (Aulis Verlag)	
	lären Ableitungen Potentialen mittels		

	Messelektroden an Axon und Synapse und werten Messergebnisse unter Zuordnung der molekularen Vorgänge an Biomembranen aus (E2, 5, UF 1,2) Erklären die Rolle von Sympathikus und Parasympathikus bei der neuronalen und hormonellen Regelung von physiologischen Funktionen an Beispielen (UF1, 2, 4, E6) Stellen das Prinzip der Signaltransduktion an einem Rezeptor anhand von Modellen dar (UF1, 2, 4)	Referat Stress bei Spitzhörnchen (NATURA Gesamtband S.142/143)	
Illusion oder Realität – Das Spiel der Sinne	Erläutern den Aufbau und die Funktion der Netzhaut unter den Aspekten der Farb- und Kontrast- wahrnehmung (UF3, 4)	Illusionen und Sehtests Plakaterstellung (Wie funktioniert Kontrastverstärkung, etc.)	
	Stellen die	"Lichtorgel" zur Darstellung der	

Vanindamma dan	Reaktionskaskade
Veränderung der	
Membranspannung an	
Lichtsinneszellen an-	
hand von Modellen	
dar und beschreiben	
die Bedeutung des	
second messengers	
und der Reaktion-	
skaskade bei der	
Fototransduktion (E1,	
6)	
Stellen den Vorgang	
von der durch einen	
Reiz ausgelösten Er-	
regung von	
Sinneszellen bis zur	
Konstruktion des Sin-	
neseindrucks bzw.	
Wahrnehmung im	
Gehirn unter Ver-	
wendung fach-	
spezifischer Darstel-	
lungsformen in Grun-	
dzügen dar (K1, 3)	
dzugen dar (K1, 3)	
Diagnose von Schülerkompetenzen:	

- MindMap im Vorfeld
 TABU-Karten zu Neurobiologie

Q2 LK Unterrichtsvorhaben V:			
	- Wie entsteht aus der Erreg	ung einfallender Lichtreize ein Sinnes	eindruck im Gehirn?
Inhaltsfeld: IF 4 (Neurobiologie)			
Inhaltliche Schwerpunkte:		Schwerpunkteübergeordneter Ko	
□ Plastizität und Lernen		Die Schülerinnen und Schüler könne	
Zeitbedarf: ca. 5 Std. à 67,5 Minuten		E6 Anschauungsmodelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen und Simulationen biologische sowie biotechnische Prozesse erklären oder vorherzusagen K3 biologische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren	
Mögliche didaktische Leitfragen	Konkretisierte Kompe-	Empfohlene Lehrmittel/	Didaktisch-methodische An-
/ Sequenzierung inhaltlicher	tenzerwartungen des	Materialien/ Methoden	merkungen und Empfehlungen
Aspekte	Kernlehrplans		sowie Darstellung der verbind-
	Die Schülerinnen und Schüler		lichen Absprachen der Fachkonferenz
	Erlä utern den Aufbau und	Arbeitsblätter	
Aufbau des Auges und der	die Funktion der	Arbeitsbratter	Aufbau des Auges durch Experimente (z. B. zum blinden
Netzhaut	Netzhaut unter den	Referate	Fleck)
retznaut	Aspekten der Farb- und	Referate	1 ICCK)
	Kontrastwahrnehmung		
	(UF3, UF4)		
	(013, 014)		
Reizumwandlung und Verstä rkung	Stellen die Veränderung		
in Rezeptoren (Lichtsinneszellen)	der Membranspannung an		
in Rezeptoren (Elentsinneszenen)	Lichtsinneszellen anhand		
	von Modellen dar und		
	beschreiben die		
	Bedeutung des second		
	messengers und der		
	Reaktionskaskade bei der		
	Fototransduktion (E6,		
	E1)		
Vom Reiz zur Wahrnehmung	Stellen den Vorgang von		

Reizverarbeitung in der Netzhaut	der durch einen Reiz ausgelö sten Erregung von Sinneszellen bis zur Entstehung des Sinneseindrucks bzw. der Wahrnehmung im Gehirn unter Verwendung fachspezifischer Darstellungsformen in Grundzü gen dar (K1, K3)	
Diagnose von Schülerkompetenzen:		
 Glossarüberprüfung 		
<u>Leistungsbewertung:</u>		
 Evaluationsbögen 		
□ Vorabitursklausur		

Q2 LK Unterrichtsvorhaben VI:			
Thema/Kontext: Aspekte der Hirnforschung – Welche Faktoren beeinflussen unser Gehirn?			
Inhaltsfeld: IF 4 (Neurobiologie)			
Inhaltliche Schwerpunkte:		Schwerpunkteübergeordneter Kon	mpetenzerwartungen:
□ Plastizität und Lernen		Die Schülerinnen und Schüler könne	en
Zeitbedarf: ca.5 Std. à 67,5 Minuten		K1 bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden	
		K2 zu biologischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in	
		verschiedenen Quellen, auch in ausgev	
		tionen recherchieren, auswerten und v	
		K3 biologische Sachverhalte und Arbe	
		uationsangemessener Medien und Dar	stellungsformen adressatengerecht
		präsentieren	
			Grenzen biologischer Problemlösungen
		und Sichtweisen bei innerfachlichen, r	
		schaftlichen Fragestellungen bewerten	
		UF4 Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen, natürlichen und durch	
		menschliches Handeln hervorgerufenen Vorgängen auf der Grundlage eines	
M. 1: 1 - 1: 1 - 1: 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1	W 1 4	vernetzten biologischen Wissens ersch	
Mögliche didaktische Leitfragen / Sequenzierung inhaltlicher	Konkretisierte Kompetenzerwartungen	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
Aspekte	des Kernlehrplans	Materialien/ Methoden	sowie Darstellung der
Aspekte	Die Schülerinnen und		verbindlichen Absprachen der
	Schüler		Fachkonferenz
	Recherchieren und	Referate, z. B. zu folgenden	
Alzheimer und Lernleistung als	präsentieren aktuelle	Themen:	
Kontrastproblematik – Wie bereite	wissenschaftliche	- Parkinson-Syndrom	
ich mich effizient auf die Abi-	Erkenntnisse zu einer	- Alzheimer-Demenz	
turprüfungen vor?	degenerativen	- Chorea Huntington	
	Erkrankung (K3, B1)	- Multiple Sklerose	
		•	
Lernformen	Stellen aktuelle Mod-	Film "Quarks und Co."	
Gedächtnismodelle	ellvorstellungen	-	

Veränderungen im Gehirn durch	zum Gedächtnis auf		
_			
Lernvorgänge	anatomisch- morpholo-		
	gischer Ebene dar (K3,	D. C.	
	B1)	Referate	
	Stellen Möglichkeiten		
	und Grenzen bildge-		
	bender Verfahren zur		
	Anatomie und zur		
	Funktion des Gehirns		
	(PET und fMRT)		
	gegenüber und bringen		
	diese mit der Er-		
	forschung von Gehirna-		
	bläufen in Verbindung		
	(UF1, 4, B4)		
	Stellen den Vorgang von		
	der durch einen Reiz aus-		
	gelösten Erregung von		
	Sinneszellen bis zur Ent-		
	stehung des Sin-		
	neseindrucks bzw. der		
	Wahrnehmung im Gehirn		
	unter Verwendung fach-		
	spezifischer Darstellungs-		
	formen in Grundzügen		
	dar (K1, 3)		
	Erklären den Begriff der		
	Plastizität anhand		
	geeigneter Modelle und		
	leiten die Bedeutung für		
	Terten die Dedeutung fui		

	ein lebenslanges Lernen	Zeitliche und funktionale	
	ab (E6, UF4)	Gedächtnismodelle nach	
		Markowitsch	
Aufbau des Gehirns	Dokumentieren und	Beschreibung der möglichen	
	präsentieren die Wir-	Veränderungen in den Neu-	
	kung von endo- und ex-	ronen und im Nervensystem,	
	ogenen Stoffen auf	die lebenslange Lernvorgänge	
	Vorgänge am Axon, der	ermöglichen	
	Synapse und Gehirnare-		
	alen an konkreten		
	Beispielen (K1, 3, UF2)		
	Leiten Wirkung von		
	endo- und exogenen		
	Substanzen (u.a. von		
	Neuroenhancern) auf die		
	Gesundheit ab und bew-		
	erten mögliche Folgen		
	für das Individuum und		
	die Gesellschaft (B2, 3,	Plakate im Museumsgang zur	
	4, UF2, 4)	Wirkung von Drogen	
D' 0.1 ml 1	I .		

□ Glossarüberprüfung

- Leistungsbewertung:

 □ Evaluationsbögen
 - □ Vorabitursklausur

Übergeordnete Kompetenzerwartungen Ende der Sekundarstufe II Sachkompetenz Die Schülerinnen und Schüler können ...

S1	schreiben biologische Sachverhalte sowie Anwendungen der Biologie sachgerecht.
S2	strukturieren und erschließen biologische Phänomene sowie Anwendungen der Biologie auch mithilfe von Basiskonzepten.
S3	erläutern biologische Sachverhalte, auch indem sie Basiskonzepte nutzen und fachübergreifende Aspekte einbinden.
S4	formulieren zu biologischen Phänomenen sowie Anwendungen der Biologie theoriegeleitet Hypothesen und Aussagen.
S5	strukturieren und erschließen die Eigenschaften lebender Systeme auch mithilfe von Basiskonzepten und erläutern die Eigenschaften unter qualitativen und quantitativen Aspekten.
S6	stellen Vernetzungen zwischen Systemebenen (Molekular- bis Biosphärenebene) dar.
S7	erläutern Prozesse in und zwischen lebenden Systemen sowie zwischen lebenden Systemen und ihrer Umwelt.
S8	erläutern die Entstehung und Bedeutung von Biodiversität sowie Gründe für deren Schutz und nachhaltige Nutzung.

Erkenntnisgewinnung
Die Schülerinnen und Schüler können...

E1	beschreiben Phänomene und Beobachtungen als Ausgangspunkte von Un-
	tersuchungen.
E2	identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu biologischen Sachverhal-
	ten.
E3	stellen theoriegeleitet Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf.
E4	planen und führen hypothesengeleitete Beobachtungen, Vergleiche, Experi-
	mente und Modellierungen durch und protokollieren sie.
E5	berücksichtigen bei der Planung von Beobachtungen, Vergleichen, Experi-
	menten sowie Modellierungen das jeweilige Variablengefüge.

E6	berücksichtigen die Variablenkontrolle beim Experimentieren.
E7	nehmen qualitative und quantitative Daten auch mithilfe digitaler Werkzeuge auf und werten sie aus.
E8	wenden Labor- und freilandbiologische Geräte und Techniken sachgerecht und unter Berücksichtigung der Sicherheitsbestimmungen an.
E9	finden in erhobenen oder recherchierten Daten Strukturen, Beziehungen und Trends, erklären diese theoriebezogen und ziehen Schlussfolgerungen.
E10	beurteilen die Gültigkeit von Daten und ermitteln mögliche Fehlerquellen.
E11	widerlegen oder stützen die Hypothese (Hypothesenrückbezug).
E12	diskutieren Möglichkeiten und Grenzen von Modellen.
E13	reflektieren die eigenen Ergebnisse und den eigenen Prozess der Erkennt-
	nisgewinnung.
E14	stellen bei der Interpretation von Untersuchungsbefunden fachübergreifende Bezüge her.
E15	reflektieren Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewin- nungsprozesses sowie der gewonnenen Erkenntnisse (z. B. Reproduzier- barkeit, Falsifizierbarkeit, Intersubjektivität, logische Konsistenz, Vorläufig- keit).
E16	reflektieren die Kriterien wissenschaftlicher Wissensproduktion (Evidenzbasierung, Theorieorientierung).
E17	reflektieren Bedingungen und Eigenschaften biologischer Erkenntnisgewinnung.

Kommunikation

Die Schülerinnen und Schüler können...

K1	recherchieren zu biologischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus.
K2	wählen relevante und aussagekräftige Informationen und Daten zu biologischen Sachverhalten und anwendungsbezogenen Fragestellungen aus und erschließen Informationen aus Quellen mit verschiedenen, auch komplexen Darstellungsformen.
K3	prüfen die Übereinstimmung verschiedener Quellen oder Darstellungsformen im Hinblick auf deren Aussagen.

17.4	and being the former to the first and Martine and Walter to the first and the first an
K4	analysieren Herkunft, Qualität und Vertrauenswürdigkeit von verwendeten
	Quellen und Medien sowie darin enthaltene Darstellungsformen im Zusam-
	menhang mit der Intention der Autorin/des Autors.
K5	strukturieren und interpretieren ausgewählte Informationen und leiten
	Schlussfolgerungen ab.
K6	unterscheiden zwischen Alltags- und Fachsprache.
K7	erklären Sachverhalte aus ultimater und proximater Sicht, ohne dabei unan-
	gemessene finale Begründungen zu nutzen.
K8	unterscheiden zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen
K9	nutzen geeignete Darstellungsformen für biologische Sachverhalte und
	überführen diese ineinander.
K10	verarbeiten sach-, adressaten- und situationsgerecht Informationen zu biolo-
	gischen Sachverhalten.
K11	präsentieren biologische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse
	sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger
	und digitaler Medien.
K12	prüfen die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen
	Zitate.
K13	tauschen sich mit anderen konstruktiv über biologische Sachverhalte auch in
	digitalen kollaborativen Arbeitssituationen aus und vertreten, reflektieren und
	korrigieren gegebenenfalls den eigenen Standpunkt.
K14	argumentieren wissenschaftlich zu biologischen Sachverhalten kriterien- und
	evidenzbasiert sowie situationsgerecht.

BewertungDie Schülerinnen und Schüler können.

טוכ טוכ	Die Gendienninen and Gendie konnen		
B1	analysieren Sachverhalte im Hinblick auf ihre Bewertungsrelevanz.		
B2	betrachten Sachverhalte aus unterschiedlichen Perspektiven.		
B3	unterscheiden deskriptive und normative Aussagen.		
B4	identifizieren Werte, die normativen Aussagen zugrunde liegen.		
B5	beurteilen Quellen hinsichtlich ihrer Herkunft und in Bezug auf spezifische		
	Interessenlagen.		
B6	beurteilen Möglichkeiten und Grenzen biologischer Sichtweisen.		

B7	stellen Bewertungskriterien auf, auch unter Berücksichtigung außerfachlicher Aspekte.
B8	entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug und wägen sie ab.
B9	bilden sich kriteriengeleitet Meinungen und treffen Entscheidungen auf der Grundlage von Sachinformationen und Werten.
B10	reflektieren kurz- und langfristige, lokale und globale Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidung.
B11	reflektieren den Prozess der Bewertung aus persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Perspektive.
B12	beurteilen und bewerten Auswirkungen von Anwendungen der Biologie im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer, politischer und sozialer Perspektive.

3.3 Grundsätze der Leistungsbewertung

Sekundarstufe I

Die rechtlich verbindlichen Hinweise zur Leistungsbewertung sowie zu Verfahrensvorschriften sind im Schulgesetz §48 (1) (2) sowie in der APO-SI §6 (1) (2) dargestellt.

Die Leistungsbewertung bezieht sich auf die im Zusammenhang mit dem Unterricht erworbenen Kompetenzen, deren Entwicklung sich durch genaue Beobachtung von Schülerhandlungen feststellen lässt. Die Beobachtungen umfassen Qualität, Häufigkeit und Kontinuität der Beiträge, die die Schülerinnen und Schüler im Unterricht einbringen. Diese Beiträge sollen unterschiedliche mündliche, schriftliche und praktische Formen in enger Anbindung an die Aufgabenstellung und das Anspruchsniveau der jeweiligen Unterrichtseinheit umfassen.

Im Sinne der Orientierung an den zuvor formulierten Anforderungen sind grundsätzlich alle in Kapitel 2 des Kernlehrplans ausgewiesenen Kompetenzbereiche bei der Leistungsbewertung angemessen zu berücksichtigen. Überprüfungsformen schriftlicher, mündlicher und praktischer Art sollen deshalb darauf ausgerichtet sein, die Erreichung der dort aufgeführten Kompetenzerwartungen zu überprüfen. Ein isoliertes, lediglich auf Reproduktion angelegtes Abfragen einzelner Daten und Sachverhalte allein kann dabei den zuvor formulierten Ansprüchen an die Leistungsfeststellung nicht gerecht werden. Durch die zunehmende Komplexität der Lernerfolgsüberprüfungen im Verlauf der Sekundarstufe I werden die Schülerinnen und Schüler auf die Anforderungen der nachfolgenden schulischen und beruflichen Ausbildung vorbereitet. Bei Leistungen, die die Schülerinnen und Schüler im Rahmen von Partner- oder Gruppenarbeiten erbringen, ist der individuelle Beitrag zum Ergebnis der Partner- bzw. Gruppenarbeit einzubeziehen.

Beurteilungsbereich "Sonstige Leistungen im Unterricht"

Der Beurteilungsbereich "Sonstige Leistungen im Unterricht" erfasst die im Unterrichtsgeschehen durch mündliche, schriftliche und praktische Beiträge erkennbare Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler. Bei der Bewertung berücksichtigt werden die Qualität, die Quantität und die Kontinuität der Beiträge. Der Stand der Kompetenzentwicklung im Beurteilungsbereich "Sonstige Leistungen im Unterricht" wird sowohl durch kontinuierliche Beobachtung während des Schuljahres (Prozess der Kompetenzentwicklung) als auch durch punktuelle Überprüfungen (Stand der Kompetenzentwicklung) festgestellt. Zum Beurteilungsbereich "Sonstige Leistungen im Unterricht" - ggf. auch auf der Grundlage der außerschulischen Vor- und Nachbereitung von Unterricht - zählen u.a. unterschiedliche Formen der selbstständigen und kooperativen Aufgabenerfüllung, mündliche, praktische und schriftliche Beiträge zum Unterricht, von der Lehrkraft abgerufene Leistungsnachweise wie z.B. die schriftliche Übung, von der Schülerin oder dem Schüler vorbereitete, in abgeschlossener Form eingebrachte Elemente zur Unterrichtsarbeit, die z.B. in Form von Präsentationen, Protokollen, Referaten und Portfolios möglich werden.

Mögliche Überprüfungsformen

Die Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans ermöglichen eine Vielzahl von Überprüfungsformen. Im Verlauf der Sekundarstufe I soll ein möglichst breites Spektrum der im Folgenden aufgeführten Überprüfungsformen in schriftlichen, mündlichen oder praktischen Kontexten zum Einsatz gebracht werden. Darüber hinaus können weitere Überprüfungsformen nach Entscheidung der Lehrkraft eingesetzt werden.

Darstellungsaufgaben

- · Beschreibung und Erläuterung eines biologischen Phänomens, Konzepts oder Sachverhalts
- Darstellung von Daten bzw. Messwerten in Tabellen, Graphiken und Diagrammen
- Beschreibung und Erläuterung von Tabellen, Graphiken und Dia-grammen
- zusammenfassende Darstellung eines komplexen biologischen Zusammenhangs (z.B. Lernplakat, concept map)

Experimentelle Aufgaben

- Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten und Untersuchungen
- Aufstellen und Überprüfen von Vermutungen und Hypothesen

Betrachtungs- und Beobachtungsaufgaben

- kriteriengeleitetes Betrachten von biologischen Strukturen
- kriteriengeleitetes Beobachten von biologischen Phänomenen und Vorgängen

Aufgaben zur Arbeit mit Modellen

- Erklärung eines Zusammenhangs oder Überprüfung einer Aussage mit einem Modell
- Anwendung eines Modells auf einen konkreten Sachverhalt
- Übertragung eines Modells auf einen anderen Zusammenhang
- Aufzeigen der Vorzüge und Grenzen eines Modells

Rechercheaufgaben

- Erarbeitung von biologischen Sachverhalten aus Texten und verschiedenen analogen und digitalen Darstellungen
- Analyse, Vergleich und Strukturierung recherchierter Informationen

Analyseaufgaben

- kriteriengeleiteter Vergleich
- Auswertung von Daten bzw. Messwerten zur Generierung von Hypothesen/Modellen (z.B. Stammbaumanalyse)
- Auswertung und Evaluation von experimentell gewonnen Daten
- Prüfung und Interpretation von Ergebnissen und Daten im Hinblick auf Trends und Gesetzmäßigkeiten

Dokumentationsaufgaben

- · Protokollieren von Untersuchungen und Experimenten
- · Anfertigung von (mikroskopischen) Zeichnungen
- Anfertigung eines Herbars
- Dokumentation von Projekten
- Portfolio

Präsentationsaufgaben

- Kurzvortrag, Referat
- Posterpräsentation
- Vorführung/Demonstration eines Experimentes
- Erstellung eines Medienbeitrags (z. B. Erklärfilm)
- simulierte Diskussion (z.B. Podiumsdiskussion)

Bewertungsaufgaben

• Identifizierung biologisch relevanter Fakten

- Stellungnahme zu umstrittenen Sachverhalten und Medienbeiträgen
- Abwägen zwischen alternativen Lösungswegen
- Argumentation und Entscheidungsfindung in Konflikt- oder Dilemmasituationen

Sekundarstufe II

Die Leistungserfolgsüberprüfungen gliedern sich in die beiden Beurteilungsbereiche "Klausuren" und "Sonstige Mitarbeit". Da die Facharbeit eine Klausur in Q1.2 ersetzen kann, wird sie dem Bereich "Klausuren" zugeordnet. Beide Bereiche akzentuieren unterschiedliche Lernleistungen und sind daher gesondert zu beurteilen, besitzen jedoch den gleichen Stellenwert.

Klausuren

Klausuren dienen der unmittelbaren Leistungsüberprüfung und –bewertung und geben damit Lehrenden wie Lernenden Aufschluss über das Erreichen der im Kursabschnitt gesetzten Ziele. Sie dienen in besonderer Weise der Überprüfung von Kompetenzen in der selbständigen, problemgerechten Materialauswertung, der stringenten Gedankenführung, der fach- und sachgerechten schriftlichen Darstellung und der Bewältigung einer Aufgabenstellung in vorgegebener Zeiteinheit.

Dabei sollen sie zunehmend im Laufe der gymnasialen Oberstufe auf die komplexen inhaltlichen und formalen Anforderungen des schriftlichen Teils der Abiturprüfungen vorbereiten. Dazu gehört u.a. auch die Schaffung angemessener Transparenz im Zusammenhang mit einer kriteriengeleiteten Bewertung. Zu den Klausuren wird ein Erwartungshorizont an die Schüler*innen herausgegeben.

Dabei liegt dem Aufbau einer Klausur folgendes Zugrunde:

- materialgebundene Aufgabenstellung
- Übergeordnete Thematik, nachgeordnetes Raumbeispiel
- Alle drei Anforderungsbereiche (AFB) sind enthalten (Beschreiben, Erläutern und Bewerten), wobei AFB III etwa 20% ausmachen sollte
- LK-Aufgaben heben sich ab durch reicheres Materialangebot, eine offenere Themen- und Fragestellung, wobei die Zuordnung Material Teilaufgabe dem Schüler überlassen wird

Sonstige Mitarbeit

Im Bereich "Sonstige Mitarbeit" sind alle schriftlichen, mündlichen und praktischen Leistungen zu werten, die eine Schülerin bzw. ein Schüler im Zusammenhang mit dem Unterricht mit Ausnahme der Klausuren und Facharbeiten erbringt. Dazu gehören insbesondere:

- Beiträge zu Gesprächsformen im Unterricht
- die Leistungen in Hausaufgaben
- Protokoll
- schriftliche Übungen
- Mitarbeit in Projekten einschließlich Präsentationsleistungen
- Herstellen von Modellen und Produkten

Beurteilungskriterien sind dabei Planungs-, Organisations- und Systematisierungsfähigkeit, Grad der Selbständigkeit, Methodenbewusstsein und –kompetenz, aber auch Kreativität, Engagement, Kommunikations- und Teamfähigkeit.

Im Verlauf der gymnasialen Oberstufe ist auch in diesem Beurteilungsbereich sicherzustellen, dass Formen, die im Rahmen der Abiturprüfungen – insbesondere in den mündlichen Prüfungen – von Bedeutung sind, frühzeitig vorbereitet und angewendet werden.

Weiterhin werden folgende Leistungsanforderungen für eine gute bzw. ausreichende Leistung gegeben welche sich als Instrumente verstehen um eine prüfungsübergreifende Vergleichbarkeit der <u>mündlichen Prüfungen</u> zu gewährleisten. Ein aufgabenbezogener, konkreter Erwartungshorizont wird zusätzlich in jeder Prüfung für beide Prüfungsteile verwandt:

Erwartungshorizont/Kriterien für eine **gute** mündliche Prüfung im Fach Biologie:

"Die Schülerin/der Schüler ist in der Lage, alle Aufgaben sachlich differenziert zu bearbeiten. Die Schülerin/der Schüler kann die vorgelegten Arbeitsmaterialien gut auswerten und ist in der Lage, diese miteinander zu vernetzen. Die sprachliche Form gelungen, die Fachterminologie wird präzise verwendet. Die Bearbeitung der Anforderungsbereiche I und II gelingt dabei in überzeugender Form, die Bearbeitung der Aufgaben des Anforderungsbereiches III müsste deutlich differenzierter ausfallen."

Erwartungshorizont/Kriterien für eine ausreichende mündliche Prüfung im Fach Biologie:

"Die Schülerin/der Schüler bearbeitet überwiegend die Aufgaben der Anforderungsbereiche I und II. Die Lösungen zeigen sachliche Fehler. Die Auswertung der Arbeitsmittel ist eher oberflächlich und paraphrasierend, eine Vernetzung der Arbeitsmittel findet nur punktuell statt. Die Fachterminologie ist nicht sehr ausgeprägt oder fehlerhaft angewendet. Die Lösung des Anforderungsbereiches III gelingt nur oberflächlich."

Sonderaspekt Facharbeiten:

Die Facharbeit ist eine umfangreichere schriftliche Ausarbeitung eines überschaubaren Themas und innerhalb eines vorgegebenen Zeitrahmens selbstständig zu erstellen. Ziel ist es, an einem konkreten Beispiel wissenschaftliche Methoden und Arbeitstechniken kennen zu lernen und anzuwenden. Insofern stellt die Facharbeit eine Vorstufe der an der Universität üblichen Seminararbeiten bzw. schriftlichen Hausarbeiten dar.

Die Facharbeit in Biologie muss einen praktischen Anteil (Experiment / Experteninterview / Umfrage) enthalten.

Bei der Anfertigung einer Facharbeit sollte selbständig folgendes erreicht werden:

- ein Thema suchen, eingrenzen und strukturieren,
- ein komplexes Arbeitsvorhaben planen und unter Beachtung der formalen und terminlichen Vorgaben durchführen,
- Informationen und Materialien beschaffen,
- diese Informationen und Materialien angemessen strukturieren und auswerten,
- zielstrebig arbeiten,
- Überarbeitungen vornehmen und Überarbeitungsprozesse aushalten,
- zu einer sprachlich angemessenen schriftlichen Darstellung gelangen und
- die wissenschaftlichen Darstellungskonventionen (z.B. Zitation und Literaturangaben) beherrschen lernen.

Bewertungsraster für die Facharbeit in Biologie zur Erprobung im Schuljahr 2023/24

Dazu wird folgender Bewertungsrahmen vorgeschlagen:

nme:		_	Fach:	
	5 P. d.h. keine oder kaum Mängel	4 P. d.h. leichte Mängel:	3 P. d.h. Mängel	2-0 P. d.h. schwere Mängel/Fehlen
Form (5%)	Titelblatt vollständig, übersicht- lich, ansprechend Inhaltsverzeichnis tadellos Seitenzahlen Schreibformate durchgehend kor- rekt (Schriftgröße und -type; 1 1/2-zeilig, Seitenränder) Selbstständigkeitserklärung ordentliche/übersichtliche Gestaltung	Titelblatt vollständig, übersichtlich Inhaltsverzeichnis Seitenzahlen Schreibformat weitgehend richtig (Schriftgröße und -type; 1 1/2-zeilig, Seitenränder) Selbstständigkeitserklärung Gestaltung weitgehend gelungen	 Titelblatt unvollständig Inhaltsverzeichnis Seitenzahlen Schreibformat e mit deutlichen Fehlern (Schriftgröße und -type; 1 1/2-zeilig, Seitenränder) Selbstständigkeitserklärung Gestaltung mit Mängeln 	Titelblatt fehlt Inhaltsverzeichnis und Seitenzalen stimmen nicht überein/ fehl Seitenzahlen fehlen Schreibformate nicht berücksictig Selbstständigkeitserklärung fehunübersichtliche / unordentlich Gestaltung,
Einleitung (5%)	Themenstellung Abgrenzung und Ziele der Arbeit Methode Überblick über den Gang der Arbeit persönliche Motivation sinnvoller Aufbau zu den Aspekten wurde das Wesentliche genannt	ein Aspekt fehlt inhaltlich leichte Mängel Aufbau fast durchgehend sinnvoll	zwei Aspekte fehlen Inhalte Aufbau (teilweise ungeordnet)	mehr als zwei Aspekte fehlen inhaltlich größere Mängel kein Aufbau erkennbar, ungeor net
inhaltlicher Aufbau/ Gliederung (5%)	Aufbau u. Gliederung klar erkennbar Aufbau entspricht Sachlogik sinnvolle Kapitelbildung angemessene Absätze innerhalb der Kapitel	Aufbau u. Gliederung erkennbar Aufbau entspricht weitgehend der Sachlogik weitgehend sinnvoll Kapitelbildung Absätze innerhalb der Kapitel nicht immer angemessen	Aufbau u. Gliederung nur z. T. erkennbar Aufbau entspricht nicht immer der Sachlogik Kapitelbildung mit Schwächen Absätze innerhalb der Kapitel fehlen	sachlogischer Aufbau kaum er- kennbar größere Gliederungsmängel, z. Einleitung, Hauptteil und Schlu- sind nicht eindeutig voneinand getrennt kaum / keine sinnvollen Absätz
Visualisieru ng (5%)	selbst angefertigte, für das Verständnis hilfreiche Visualisierungen thematisch angemessene Anzahl thematisch sehr gut eingebunden	für das Verständnis hilfreiche Visualisierungen, z. T. übernommen (mit Quellenangaben) angemessene Anzahl thematisch eingebunden	Visualisierungen, die aber das Verständnis nicht besonders för- dern wenig Veranschaulichungen	keine Visualisierungen nicht hilfreich ohne thematischen Bezug

Stil (5%)	gut verständliche und angemes- sene Sprache abwechslungsreicher, gramma- tisch richtiger Satzbau souveräner Gebrauch der Fach- sprache	gut verständliche und angemes- sene Sprache grammatisch richtiger Satzbau richtige Gebrauch der Fachsprache	zum Teil Schwächen bei der sprachlichen Darstellung und an- gemessenen Formulierung Fachbegriffe zu wenig, z.T. falsch verwendet	größere Schwächen bei der sprachlichen Darstellung und an- gemessenen Formulierung Fachsprache nicht oder falsch ge- braucht
Resümee (10%) Px 2	Zusammenfassung der Erkenntnisse Fazit, Schlussfolgerung Reflexion des Ergebnisses (wenn nicht schon vorher geschehen) Reflexion der Methode Reflexion des eigenen Arbeitsprozesses zu den Aspekten wurde das Wesentliche genannt	ein Aspekt fehlt inhaltlich leichte Mängel, z.B. zu knappe Begründungen oder Re- flexionen	zwei Aspekte fehlen inhaltlich Mängel Aufbau teilweise ungeordnet	mehr als zwei Aspekte fehlen inhaltlich größere Mängel kein Aufbau erkennbar, ungeordnet
wissenschaft liche Arbeitsweise (10%) P x 2	angemessen, d.h. bei zentralen	formal weitgehend richtig zitiert und verwiesen weitgehend fehlerfreie Verzeich- nisse (alphabetisch, vollständig, richtige Schreibweise)	Mängel beim Zitieren und Verweisen Mängel bei den Verzeichnissen (unvollständig, fehlerhaft)	nicht oder kaum zitiert / verwiesen Verweise / Zitate nicht zuzuordnen große Mängel bei den Verzeichnissen / fehlend
Bearbeitung und Dar- stellung der sach- lichenZusa mmenhänge, Auseinander setzung (50%) P x 10	gut nachvollziehbare, vollständige Analyse und Darstellung der Zusammenhänge differenzierte und ausführliche Auseinandersetzung mit der Problemstellung, z.B. unter Einbezug verschiedener Positionen eigenes, stimmiges abschließenden Urteil, das aus der Arbeit erwächst Erkennbare Selbständigkeit im Umgang mit Thema, Quellen und Materialien gute Beherrschung fachspezifischer Methoden	Analyse und Darstellung der Zusammenhänge mit leichten Mängeln Auseinandersetzung mit der Problemstellung, z. B. unter Einbezug verschiedener Positionen abschließendes begründetes Urteil Erkennbar weitgehende Selbständigkeit im Umgang mit Thema, Quellen und Materialien weitgehend gute Beherrschung fachspezifischer Methoden	Mängel bei der Analyse und der Darstellung der Zusammenhänge Auseinandersetzung mit der Problemstellung, u. U. wenig Bezug auf bekannte Positionen eigenes Urteil nur kurz begründet nur ansatzweise Selbständigkeit im Umgang mit dem Thema, Quellen und Materialien (Übernahme von Positionen und Meinungen, kaum eigene Begründungen) Mängel bei den fachspezifischen Methoden	größere Mängel bei der Analyse und der Darstellung der Zusammenhänge Lücken in der Darstellung, kaum Auseinandersetzung mit der Problemstellung/kaum Bezug auf bekannte Positionen zur Problemstellung/kein, nicht nachvollziehbares oder nicht begründetes eigenes Urteil keine Selbständigkeit im Umgang mit Thema, Quellen und Materialien (weitgehende Übernahme von Positionen, Meinungen) große Mängel bei den fachspezifischer Methoden oder Fehlen

Anmerkungen (z.B. sonstige
Leistungen)

Gesamtpunkte: ____ von max. 100 Punkten

Mängel bei der sprachlichen Richtigkeit führen zu einem Abzug um Notenpunkte (max. 3).

Ort, Datum Note Unterschrift

Notenschlüssel					
sehr gut +	sehr gut	sehr gut -	gut +	gut	gut –
15	14	13	12	11	10
100-95	94-90	89-85	84-80	79-75	74-70
befriedigend	befriedigend	befriedigend	ausreichend +	ausreichend	ausreichend
+		_			-
9	8	7	6	5	4
69-65	64-60	59-55	54-50	49-45	44-39
mangelhaft +	mangelhaft	mangelhaft -	ungenügend		
3	2	1	0		
38-33	32-27	26-20	19-0		

4. Fächerübergreifende Aspekte

Biologisches Verständnis erfordert, zwischen den verschiedenen Systemebenen von der Zelle über Organismen bis hin zur Biosphäre gedanklich zu wechseln und unterschiedliche Perspektiven einzunehmen. Damit gelingt es in biologischen Kontexten in besonderem Maße, sowohl multiperspektivisches wie auch systemisches Denken zu entwickeln. Die interdisziplinäre Verknüpfung von Schritten einer kumulativen Kompetenzentwicklung, inhaltliche Kooperationen mit anderen Fächern und Lernbereichen sowie außerschulisches Lernen und Kooperationen mit außerschulischen Partnern können sowohl zum Erreichen und zur Vertiefung der jeweils fachlichen Ziele, als auch zur Erfüllung übergreifender Aufgaben beitragen.

Für das Verständnis biologischer Zusammenhänge ziehen Schülerinnen und Schüler Kompetenzen und Erkenntnisse aus dem Chemie- und Physikunterricht heran. Auf diese Weise werden eigene Sichtweisen, Bezüge der Fächer aufeinander, aber auch deren Abgrenzungen erfahrbar.

5. Einsatz digitaler Medien im Unterricht

Um eine lernförderliche Umgebung zu schaffen und am Umgang mit digitalen Medien im Fach Biologie Interesse zu wecken, arbeiten die Lehrerinnen und Lehrer im Fach Biologie oft mit digitalen Medien: So wird im Einstiegsbereich oft der Beamer verwendet, um das Herausarbeiten einer geeigneten Problemfrage mit passenden Medien – Bild, Video oder Audio – zu leisten. Im Fachraum Biologie III nutzen die Lehrerinnen und Lehrer ein interaktives Whiteboard, um Hypothesen zu sammeln, Medien abzuspielen, Arbeitsergebnisse zu sichern, Texte zu markieren oder Computerprogramme einzubinden, die durch das Whiteboard gesteuert werden können. Die Arbeit an mobilen Computern, um bspw. Arbeitsergebnisse für alle sichtbar darzustellen, wird von Lehrern der Biologie oft durchgeführt.

Die SuS üben ihre Medienkompetenz in den verschiedenen Klassen und Stufen ein: In der Erprobungsstufe der Sekundarstufe I führen die SuS unter Aufsicht einfache Recherchearbeiten im Computerraum durch und erstellen Powerpoint Präsentationen über Haus- und Nutztiere. In der Mittelstufe eignen sich ökologische Phänomene wie z.B. Nahrungsnetze, Nahrungsketten, Biomassenpyramiden und Räuber-Beute Beziehungen dazu, Grafiken eigenständig am Computer zu entwickeln oder Statistiken durch Excel auszuwerten. Enzymatische Prozesse in der EF, molekulargenetische Prozesse des Zellkerns in der Q1 oder chemische Prozesse in der Synapse in der Q2 eignen sich dazu, Animationen (auch Stopp-Motions genannt) herzustellen und mit eigens erstellten Tonspuren zu verbinden.

6. Exkursionen und außerschulische Lernorte

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.

Eine wichtige Rolle spielen zudem Exkursionen und der Besuch außerschulischer Lernorte wie beispielsweise Schülerlabore, Zooschulen, Umweltzentren oder Museen.

7. Das Fach Biologie im Kontext der Europaschule

In unserer heutigen Zeit rückt das Thema Artensterben und der daraus resultierende Natur- bzw. Artenschutz immer weiter in den Vordergrund. Ob durch anthropogene oder klimatische Einflüsse sollte eine Artenvielfalt in Europa über Landesgrenzen hinaus aufrechterhalten werden. Damit die Schülerinnen und Schüler über eine ausreichende Artenkenntnis verfügen, setzen sie sich bereits in der Erprobungsstufe mit endemisch vorkommenden Tier- und Pflanzenarten auseinander. Denn nur wer Arten kennt, weiß diese auch zu schützen.

Darüber hinaus wird in der Mittelstufe das Fortbestehen der europäischen Wälder thematisiert, welche essentiell für intakte Ökosysteme sind. Diese unterscheiden sich je nach Klimazone mit ihren spezifischen Eigenschaften voneinander. In der Oberstufe werden anschließend anthropogene Einflüsse bspw. Neobiota thematisiert. Somit soll in der gesamten Schullaufbahn kontinuierlich die Komplexität der europäischen Ökosysteme vertieft und das Wissen über mögliche Schutzmechanismen für die Zukunft gefördert werden.

Des Weiteren sind im Fach Biologie ebenfalls ethische Fragestellungen von großer Bedeutung, dessen Interpretation sich je nach der landestypischen Gesetzeslage voneinander unterscheidet. Diese Fragestellungen wären bspw. die Einstellung gegenüber Massentierhaltung oder dem Schwangerschaftsabbruch. Durch diese Thematisierung sollen die Schülerinnen und Schüler innerhalb ethischer Konflikte sensibilisiert werden. Zur Diskussion könnte ebenfalls stehen, ob es Unterschiede der Gesetzeslage innerhalb Europas geben sollte, oder ob nicht eine einheitliche Regelung sinnvoll wäre.

In der folgenden Auflistung wird deutlich, bei welchen Themengebieten eine Verknüpfung zu Europa hergestellt wird:

Sek I	Jgst.	Tiere und Pflanzen in ihrem Lebensraum: Artenvielfalt in Europa
	5/6	Tiere und Pflanzen, die der Mensch nutzt: Massentierhaltung und Nutz-
		pflanzen in europäischen Ländern
	Jgst.	Ökosystem Wald: verschiedene Wälder Europas und ihre Eigenschaften
	8	Angepasstheiten von Pflanzen in verschiedenen Klimazonen Europas
		Der Mensch erobert die Erde: Evolutionäre Trends und Verbreitungsge-
		biete von Hominiden in Europa
	Jgst.	Sexualität: Verhütung und Schwangerschaftsabbruch – kulturelle und
	9	rechtliche Unterschiede in Europa
Sek II	Q1	Ökologie: Einfluss von Neobiota auf europäische Ökosysteme
	Q2	Genetik: Stammzellforschung und rechtliche Grundlagen in Europa

8. Der Beitrag des Fachs im Rahmen der Ganztagsschule

Um den Ganztag am Geschwister-Scholl-Gymnasium zu vervollständigen, werden im Fach Biologie Zusatzstunden in Form von Lernzeiten erteilt.

Die Lernzeit NW (Biologie, Chemie, Physik) fördert gezielt stärkere Schülerinnen und Schüler durch Fokussierung auf methodisch wie inhaltlich übergeordnete Kompetenzen wie Teamarbeit, naturwissenschaftlicher Weg der Erkenntnisgewinnung als auch gesellschaftsrelevante Aspekte der Nachhaltigkeit.

Projektartig werden in der Lernzeit verschiedene Kompetenzen gestärkt, darunter Teamfähigkeit, Kreativität, Mess- und Aufnahmetechniken, Elektronik und Programmierung, Wissenschaftliche Dokumentation, Analyse und Beurteilung sowie Diskussionen im Plenum.

Darüber hinaus wird die Lernzeit in Kooperation mit einer Lerngruppe der OGGS Birth in dem Bereich Programmierung und Elektronik stattfinden um die altersübergreifende Zusammenarbeit, den Wissensaustausch und vor allem das Interesse an gemeinsamen Problemlösungen zu verstärken.

Hauptkontext bietet für die Lernzeit NW die Teilnahme am BundesUmweltWettbewerb (BUW) unter dessen alljährlichen Motto verschiedene Projekte entwickelt, durchgeführt und evaluiert werden. Während der Erarbeitungsphase werden individuell verschiedene Kompetenzen aus den Kompetenzkatalogen der MINT-Fächer vertieft, ggf. aufgebaut.

Des Weiteren können in der Lernzeitschiene "Silentium" eigenständig biologische Projekte erarbeitet werden, die anschließend im Unterricht vorgestellt werden könnten. Die Schülerinnen und Schüler arbeiten vollkommen eigenständig und können sich auf individuelle Weise mit den vorgeschlagenen Themengebieten auseinandersetzen. Dies fördert im besonderen Maße Selbstständigkeit und Kreativität.

Darüber hinaus wird das am Geschwister-Scholl-Gymnasium etablierte Ganztagsangebot durch die "Schulgarten-AG" erweitert. Der Schulgarten wird kontinuierlich durch die Schülerinnen und Schüler der Klassenstufen 5 bis 9 sowohl durch Obst- und Gemüsepflanzen als auch Gewächshäuser erweitert. Hierbei erlernen Sie im besonderem Maße Teamwork-Fähigkeiten, vertiefen ihre Artenkenntnis und erleben die Jahreszeiten. Der Schulgarten kann außerdem von allen Schülerinnen und Schülern in den Pausen besucht und als Rückzugsort genutzt werden.

9. Gender Mainstreaming

"Es ist wichtig zu wissen, dass Mädchen nervöser und ängstlicher vor Prüfungen sind als Jungen (vergleiche Koch-Priewe, 2009: 21)."

Diese Ansichten haben in den 2000ern bis 2010ern dazu geführt den Begriff "Gender Mainstream" in unserer Gesellschaft im Sprach- wie Handlungsgebrauch einströmen zu lassen; mit der Folge einer starken Förderung der Mädchen, insbesondere im naturwissenschaftlichen Bereich. Es stellt sich aber in modernerer Betrachtung heraus, dass die gesellschaftliche Durchsetzungsfähigkeit der Mädchen als auch das Selbstwertgefühl in kaum einer Weise denjenigen von Jungen hinterherhängt, weshalb wieder auf eine ausgeglichene, gemeinschaftliche Weise unterrichtet wird. Allerdings ist Genderneutralität in unserer Sprache noch nicht vollständig umgesetzt. Deshalb gilt es in Unterrichtsprozessen die Interaktion zwischen Lehrenden und Lernenden zu beachten. Bei diesem Prozess kann durch unterschiedliche Kommunikationsstile und

Wortwahl die Atmosphäre positiv oder negativ beeinflusst werden. Ein Aspekt ist dabei, auf eine gendergerechte Sprache zu achten. Durch den Gebrauch von Bezeichnungen wie "Biologe" und "Biologin" entstehen Vorstellungen im Kopf, die einen Einfluss auf Berufsbilder haben. Untersuchungen zur Verwendung des Wortschatzes in der Grundschule haben gezeigt, dass der vermittelte Wortschatz eher den Interessen von Mädchen entgegenkommt als denen von Jungen (vergleiche Stürzer und andere, 2003: 121). Dem sollte eine Lehrkraft Aufmerksamkeit widmen.

10. Beitrag des Fachs zur Verbraucherbildung

In dem Bestreben, die Konsumkompetenz der SuS zu fördern, damit sie verantwortliche Entscheidungen und Handlungen gegenüber sich selbst, ihren Mitmenschen und ihrer Umwelt tätigen können, beginnt der Biologieunterricht bereits in der Erprobungsstufe damit, die Vor- und Nachteile der verschiedenen Haltungsformen bei Schweinen und Hühnern herauszuarbeiten und damit aufzuzeigen, warum bestimmte Tierprodukte im Handel teurer sind und der einzelne Verbraucher durch die Unterstützung bestimmter Produkte Verantwortung übernehmen kann. Im Kontext der Verbraucherbildung ist auch die Thematisierung von gesunder Ernährung in Klasse 6 (UV 6.3. "Bau und Leistungen des menschlichen Körpers") zu verstehen, bei der die SuS Erkenntnisse zum Thema gesunde Ernährung und Fehlernährung erlangen. Daran schließt sich die Thematisierung von Ökosystemen und der anthropogene Einfluss auf diese in Klasse 8 an. Die SuS haben die Möglichkeit zu realisieren, dass der Mensch ein Teil des Ökosystems ist, der allerdings massiven Einfluss ausüben kann und deswegen besondere Verantwortung für die Umwelt trägt. Auch das darauffolgende Themenfeld Evolution nimmt Bezug auf die Verbraucherbildung: Die SuS lernen anhand der Evolution des Menschen, dass Sozialität und kooperative Verhaltensweisen Kernpunkte der frühen Entwicklung zum und des Menschen waren. Auch das Inhaltsfeld Neurobiologie der Klasse 9 zeigt den SuS verantwortliches Entscheiden und Handeln in Bezug auf Alltagsdrogen oder verbotene Drogen auf.

11. Wettbewerbe und Zukunftsvisionen

Schülerinnen und Schüler der Erprobungsstufe nehmen neben dem Unterricht und dem Ganztagsangebot an dem HEUREKA!-Wettbewerb teil. Dieser ist ein Multiple Choice Wettbewerb, welcher online im Internet durchgeführt werden kann. Es werden Fragen zum Thema Mensch und seiner Umwelt gestellt, die sowohl Tiere und ihre Rekorde, wie auch Pflanzen beinhaltet. Außerdem werden das Wetter, chemische und physikalische Phänomene ebenso thematisiert wie die Themen Technik, Energie und Fortschritt. Ausgezeichnet werden mindestens die Schüler/innen mit den besten drei Ergebnissen pro Klassenstufe in jeder Schule. Alle zu gewinnenden Preise haben im weiteren Sinne auch etwas mit dem Thema des Wettbewerbs zu tun. Dazu gehören Experimentierkästen, Spiele und Bücher.

Für die Zukunft und Weiterentwicklung des Geschwister-Scholl-Gymnasiums hat das Fach Biologie einige Zukunftsvisionen, die im Laufe der Jahre je nach finanziellen und personellen Ressourcen verwirklicht werden sollen:

2019 haben wir begonnen eine Vernetzung der Institutionen Gymnasium, Grundschule und Stadtteilzentrum herzustellen, sodass auf diesem Wege problembehaftete soziale

Schichten frühzeitig durch Bildungsangebote, gemeinsame Unterrichtseinheiten und gemeinsames soziales Lernen gezielt "abgeholt" werden könnten. Dazu konnte das GSG die Bereiche Schulgarten, Facharbeiten (in Form von geplanten wie durchgeführten Unterrichtseinheiten mit Grundschulklassen) als auch Calliope-Arduino-Mikrocontroller-Arbeitsgruppen integrativ gestalten. Es werden Schüler*innen ab der Klasse 3 spiralcurricular in die Lernzeitarbeit der Klassen 5 und 6 eingebunden, um gemeinsam an programmier- und elektrotechnischen Problemlösungen im Sinne des DIY-Ansatzes zu arbeiten. In klassenübergreifenden Kleinprojekten können weitere Grundschüler*innen mit Schüler*innen des GSG in gärtnerischen Tätigkeiten kreativ werden. Im weiteren Verlauf sind die Kontakte zum Campus Velbert/Heiligenhaus der HS Bochum inten-

Im weiteren Verlauf sind die Kontakte zum Campus Velbert/Heiligenhaus der HS Bochum intensiviert worden, um die permanente Lernbegleitung unserer Schüler*innen noch stärker auszuweiten.

Die Übergangsstellen Grundschule-Gymnasium-Uni, und mit dem Standort der HS auch der Übergang zum Berufswesen (durch den dort angebotenen Dualen Studiengang), werden damit immer fließender. Mit diesem "Campus"-Stil könnten Kinder unabhängig vom finanziellen Status des Elternhauses mit High-Tech-Komponenten in Kontakt gebracht werden.

In den nächsten Jahren werden hier die Bemühungen des GSG verstärkt und im Wandel der gesellschaftlichen Bedürfnisse stetig angepasst.