



Schulinterner Lehrplan – Sek II

Biologie

**Emmy-Noether Gesamtschule
Kaarst**

Riskeskirchweg 1

41564 Kaarst

Tel.: 02131 – 20 27 512

Inhaltsverzeichnis

1	Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit.....	1
2	Entscheidungen zum Unterricht.....	2
2.1	Unterrichtsvorhaben	2
2.1.1	Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben	3
2.1.2	Konkretisierte Unterrichtsvorhaben	11
	Einführungsphase	11
	Q1 Grundkurs.....	28
	Q2 Grundkurs.....	45
	Q1 Leistungskurs	55
	Q2 Leistungskurs	79
2.2	Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit.....	95
2.3	Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung	96
2.4	Lehr- und Lernmittel.....	98
3	Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen	100
4	Qualitätssicherung und Evaluation	101

1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

Die Städtische Gesamtschule Kaarst-Büttgen wurde 2013 gegründet. Sie liegt im Grüngürtel des Stadtteils Büttgen und ist mit öffentlichen Verkehrsmitteln wie Bus und S-Bahn sowie dem Fahrrad zu erreichen. Seit 2024 trägt die Städtische Gesamtschule Kaarst-Büttgen den Namen Emmy-Noether-Gesamtschule

Als einzige Gesamtschule in der Region Kaarst und Korschenbroich wollen wir eine Schule für alle Kinder sein, die gerne lernen, die sich Ziele setzen und sich zutrauen, dies im Laufe der kommenden Jahre motiviert umzusetzen.

Bei uns können alle Schulabschlüsse erreicht werden: vom Hauptschulabschluss nach der Klasse 9 bis zur Allgemeinen Hochschulreife - dem Abitur - nach der Klasse 13. Mit zeitgemäßen pädagogischen Ansätzen werden die Schüler*innen auf einen geeigneten Weg ins Berufsleben oder in ein Studium vorbereitet. Ganz besonders wichtig ist uns die Förderung und Forderung unserer Schüler*innen. Dazu stehen uns als Instrumente nicht nur die Leistungsdifferenzierung in den Fächern Deutsch, Mathematik, Englisch und Chemie, zusätzliche Lernzeiten zum eigenverantwortlichen und selbstbestimmten Lernen, sondern auch eine breite Vielfalt an Fächern und außerunterrichtlichen Angeboten zur Verfügung.

In der Sammlung sind in ausreichender Anzahl regelmäßig gewartete Lichtmikroskope vorhanden. Die Fachkonferenz Biologie stimmt sich bezüglich in der Sammlung vorhandener Gefahrstoffe mit der dazu beauftragten Lehrkraft der Schule ab. Für größere Projekte stehen zwei Informatikräume zur Verfügung, die im Vorfeld reserviert werden müssen. Die Lehrerbesezung und die übrigen Rahmenbedingungen der Schule ermöglichen einen ordnungsgemäßen laut Stundentafel der Schule vorgesehen Biologieunterricht. Die Verteilung der Wochenstundenzahlen in der Sekundarstufe I und II ist wie folgt:

Jahrgang	Anzahl der Wochenstunden
5	2 (epochal), davon 1 Emmy-Stunde
6	2 (epochal)
7	2
8	2 (epochal)
9	0
10	2 (epochal)
EF	3
Q1	3 (GK) /5 (LK)
Q2	3 (GK) / 5 (LK)

Die Unterrichtstaktung an der Schule folgt einem 45 Minuten Raster, wobei angestrebt wird, dass der naturwissenschaftliche Unterricht möglichst in Doppelstunden stattfindet. In einigen Unterrichtsvorhaben wird den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit gegeben, Schülerexperimente durchzuführen. Insgesamt werden viele kooperative, die Selbstständigkeit des Lernalers fördernde Unterrichtsformen genutzt, sodass ein individualisiertes Lernen in der Sekundarstufe II kontinuierlich unterstützt wird. Hierzu eignen sich besonders Doppelstunden. Die unterrichtliche Umsetzung des neuen Kernlehrplans steht im Fokus des Unterrichts. Hierzu werden sukzessive exemplarisch konkretisierte Unterrichtsvorhaben und darin eingebettet Überprüfungsformen entwickelt und erprobt. Der Biologieunterricht soll Interesse an naturwissenschaftlichen Fragestellungen wecken und die Grundlage für das Lernen in Studium und Beruf in diesem Bereich vermitteln. Dabei werden fachlich und bioethisch fundierte Kenntnisse als Voraussetzung für einen eigenen Standpunkt und für verantwortliches Handeln gefordert und gefördert.

2 Entscheidungen zum Unterricht

Hinweis: Die nachfolgend dargestellte Umsetzung der verbindlichen Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans findet auf zwei Ebenen statt. Das Übersichtsraster gibt den Lehrkräften einen raschen Überblick über die laut Fachkonferenz verbindlichen Unterrichtsvorhaben und deren Reihenfolge in der Einführungsphase und in der Qualifikationsphase. In dem Raster sind außer den Themen für das jeweilige Vorhaben und den dazugehörigen Kontexten die damit verknüpften Inhaltsfelder und inhaltlichen Schwerpunkte des Vorhabens sowie die Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung ausgewiesen. Die Konkretisierung von Unterrichtsvorhaben führt die konkretisierten Kompetenzerwartungen des gültigen Kernlehrplans auf, stellt eine mögliche Unterrichtsreihe sowie dazu empfohlene Lehrmittel, Materialien und Methoden dar und verdeutlicht neben diesen Empfehlungen auch vorhabenbezogene verbindliche Absprachen der Fachkonferenz, z.B. zur Durchführung eines für alle Fachkolleg*innen verbindlichen Experiments oder auch die Festlegung bestimmter Diagnoseinstrumente und Leistungsüberprüfungsformen.

2.1 Unterrichtsvorhaben

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

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

2.1.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben

Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase		
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
	Inhaltsfeld IF1 – Zellbiologie	
Unterrichtsvorhaben I: Aufbau und Funktion der Zelle	- Zellaufbau - Mikroskopie - Kompartimentierung - Zelldifferenzierung Zeitbedarf: ca. 24 Std. à 45 Minuten	Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) Informationen erschließen und aufbereiten (K)
Unterrichtsvorhaben II: Biomembranen	- Aufbau von Biomembranen (Stoffgruppen) - Transport - Untersuchung von osmotischen Vorgängen - Homöostase - Zell-Zell-Erkennung - Signaltransduktion Zeitbedarf: ca. 22 Std. à 45 Minuten	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)
Unterrichtsvorhaben III: Mitose, Zellzyklus und Meiose	- Mitose und Zellzyklus: Regulation - Einsatz embryonaler Stammzellen - Auswirkungen von Chromosomen- und Genommutationen - Meiose und Rekombination - Analyse von Familienstammbäumen Zeitbedarf: ca. 22 Std. à 45 Minuten	Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K) Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B) Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)
Unterrichtsvorhaben IV: Energie, Stoffwechsel und Enzyme	- Energetischer Zusammenhang zwischen auf- und abbauendem Stoffwechsel - Enzymkinetik, Untersuchung von Enzymaktivitäten - Regulation von Enzymaktivitäten Zeitbedarf: ca. 24 Std. à 45 Minuten	Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) Informationen aufbereiten (K)
Summe Einführungsphase: 90 Stunden		

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS		
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
	Inhaltsfeld IF2 – Neurobiologie	
Unterrichtsvorhaben I: Informationsübertragung durch Nervenzellen	- Bau und Funktion von Nervenzellen - Ruhepotential und Aktionspotential, Potentialmessungen - Erregungsleitung - Funktion der erregenden chemischen Synapse - Stoffeinwirkung an Synapsen Zeitbedarf: ca. 20 Std. à 45 Minute	Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)
	Inhaltsfeld IF3 - Stoffwechselphysiologie	
Unterrichtsvorhaben II: Energieumwandlung in lebenden Systemen	- Stoff- und Energieumwandlung - Energetische Kopplung Zeitbedarf: ca. 5 Std. à 45 Minute	Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
Unterrichtsvorhaben III: Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen	- Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidativer Decarboxylierung, Tricarbonsäure-Zyklus und Atmungskette - Stoffwechselregulation auf Enzymebene (Nahrungsergänzungsmittel) Zeitbedarf: ca. 11 Std. à 45 Minuten	Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Informationen erschließen (K) Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)
Unterrichtsvorhaben IV: Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie	- Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren - Funktionale Anpassungen: Blattaufbau, Absorptionsspektrum von Chlorophyll - Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktion Zeitbedarf: ca. 18 Std. à 45 Minuten	Biologische Sachverhalte betrachten (S) Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) Informationen aufbereiten (K)
	Inhaltsfeld IF4 - Ökologie	
Unterrichtsvorhaben V: Anpassungen von Lebewesen an Umweltbedingungen	- Biotische und abiotische Faktoren - Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven - Konkurrenz, ökologische Nische - Ökosystemmanagement: Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen	Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)

	- Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal Zeitbedarf: ca. 16 Std. à 45 Minuten	Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) Informationen aufbereiten (K)
Unterrichtsvorhaben VI: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften	- Interspezifische Beziehungen - Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Erhaltung der Biodiversität Zeitbedarf: ca. 9 Stunden à 45 Minuten	Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Informationen aufbereiten (K) Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K) Sachverhalte multiperspektivisch beurteilen (B)
Unterrichtsvorhaben VII: Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen	- Nahrungsbeziehungen, Stoffkreislauf und Energiefluss - Kohlenstoffkreislauf - Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts Zeitbedarf: ca. 9 Stunden à 45 Minuten	Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K) Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)
Summe Qualifikationsphase 1 - Grundkurs: 90 Stunden		

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS		
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
	Inhaltsfeld IF5 – Genetik und Evolution	
Unterrichtsvorhaben I: DNA – Speicherung und Expression genetischer Information	- Bau der DNA - Semikonservative Replikation - Transkription und Translation - Genmutationen - Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten Zeitbedarf: ca. 27 Std. à 45 Minute	Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) Informationen aufbereiten (K)
Unterrichtsvorhaben II: Humangenetik und Gentherapie	- Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie Zeitbedarf: ca. 8 Std. à 45 Minute	Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)

Unterrichtsvorhaben III: Evolutionfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie	- Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift - Adaptiver Wert von Verhalten, reproduktive Fitness - Koevolution Zeitbedarf: ca. 13 Std. à 45 Minuten	Biologische Sachverhalte betrachten (S) Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Informationen aufbereiten (K)
Unterrichtsvorhaben IV: Stammbäume und Verwandtschaft	- Artbildung, Artbegriff, Isolation - Molekularbiologische Homologien - Synthetische Evolutionstheorie: Abgrenzung von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen Zeitbedarf: ca. 16 Std. à 45 Minuten	Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E) Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) Informationen aufbereiten (K)

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS		
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
	Inhaltsfeld IF2 – Neurobiologie	
Unterrichtsvorhaben I: Erregungsentstehung und Erregungsleitung an einem Neuron	- Bau und Funktion von Nervenzellen - Ruhepotential und Aktionspotential, Potentialmessungen - Erregungsleitung - Störungen des neuronalen Systems - Primäre und sekundäre Sinneszellen, Rezeptorpotentiale Zeitbedarf: ca. 18 Std. à 45 Minute	Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)
Unterrichtsvorhaben II: Informationsweitergabe über Zellgrenzen	- Funktion der erregenden chemischen Synapse - Verrechnung: Funktion einer hemmenden Synapse - Stoffeinwirkung an Synapsen - Zelluläre Prozesse des Lernens - Hormonwirkung Zeitbedarf: ca. 14 Std. à 45 Minute	Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Informationen aufbereiten (K) Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)
	Inhaltsfeld IF3 – Stoffwechselphysiologie	

Unterrichtsvorhaben III: Energieumwandlung in lebenden Systemen	- Stoff- und Energieumwandlung - Energetische Kopplung - Zeitbedarf: ca. 6 Std. à 45 Minute	Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)
Unterrichtsvorhaben IV: Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen	- Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidativer Decarboxylierung, Tricarbonsäure-Zyklus und Atmungskette - Energetisches Modell der Atmungskette - Alkoholische Gärung und Milchsäuregärung - Stoffwechselregulation auf Enzymebene (Nahrungsergänzungsmittel) Zeitbedarf: ca. 16 Std. à 45 Minuten	Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) Informationen erschließen (K) Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)
Unterrichtsvorhaben V: Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie	- Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren - Funktionale Anpassungen: Blattaufbau, Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Chromatografie - Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktion Zeitbedarf: ca. 24 Std. à 45 Minuten	Biologische Sachverhalte betrachten (S) Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E) Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) Informationen aufbereiten (K)
Unterrichtsvorhaben VI: Fotosynthese – natürliche und anthropogene Prozessoptimierung	- C4-Pflanzen - Biotechnologisch optimierte Fotosynthese im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung Zeitbedarf: ca. 8 Std. à 45 Minuten	Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)
	Inhaltsfeld IF4 – Ökologie	
Unterrichtsvorhaben VII: Anpassungen von Lebewesen an Umweltbedingungen	- Biotische und abiotische Faktoren - Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven - Konkurrenz, ökologische Nische - Ökosystemmanagement: Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen	Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E) Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)

	- Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal Zeitbedarf: ca. 22 Std. à 45 Minuten	Informationen aufbereiten (K)
Unterrichtsvorhaben VIII: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften	- Idealisierte Populationsentwicklung - Fortpflanzungsstrategien - Interspezifische Beziehungen - Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Erhaltung der Biodiversität - Hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt Zeitbedarf: ca. 18 Stunden à 45 Minuten	Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K) Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) Sachverhalte multiperspektivisch beurteilen (B)
Unterrichtsvorhaben IX: Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen	- Nahrungsbeziehungen, Stoffkreislauf und Energiefluss - Kohlenstoffkreislauf - Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts - Ökologischer Fußabdruck - Stickstoffkreislauf - Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung Zeitbedarf: ca. 9 Stunden à 45 Minuten	Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K) Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)
Summe Qualifikationsphase 1 - Leistungskurs: 150 Stunden		

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS		
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
	Inhaltsfeld IF5 – Genetik und Evolution	
Unterrichtsvorhaben I: DNA – Speicherung und Expression genetischer Information	- Bau der DNA - Semikonservative Replikation - Transkription und Translation - Genmutationen - PCR und Gelelektrophorese	Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) Informationen aufbereiten (K)

	Zeitbedarf: ca. 28 Std. à 45 Minute	
Unterrichtsvorhaben II: Regulation der Genexpression und Krebs	- Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten - Personalisierte Krebstherapie Zeitbedarf: ca. 20 Std. à 45 Minute	Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)
Unterrichtsvorhaben III: Humangenetik, Gentechnik und Gentherapie	- Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung - Gentechnik, Gentherapeutische Verfahren - Gentherapie Zeitbedarf: ca. 18 Std. à 45 Minute	Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)
Unterrichtsvorhaben IV: Evolutionen Faktoren und Synthetische Evolutionstheorie	- Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift - Adaptiver Wert von Verhalten, reproduktive Fitness - Sozialverhalten bei Primaten - Koevolution Zeitbedarf: ca. 20 Std. à 45 Minuten	Biologische Sachverhalte betrachten (S) Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Informationen aufbereiten (K)
Unterrichtsvorhaben V: Stammbäume und Verwandtschaft	- Artbildung, Artbegriff, Isolation - Molekularbiologische Homologien - Synthetische Evolutionstheorie: Abgrenzung von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen Zeitbedarf: ca. 16 Std. à 45 Minuten	Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E) Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) Informationen aufbereiten (K)

Unterrichtsvorhaben VI: Humanevolution und kulturelle Evolution	- Fossilgeschichte - Stammbäume und Verbreitung des heutigen Menschen - Werkzeuggebrauch - Sprachentwicklung Zeitbedarf: ca. 10 Std. à 45 Minuten	Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E) Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) Informationen aufbereiten (K)
--	--	--

2.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben

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

Einführungsphase

• UV Z1: Aufbau und Funktion der Zelle • Inhaltsfeld 1: Zellbiologie Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	• Fachschaftsinterne Absprachen • Lichtmikroskopie, Präparation und wissenschaftliche Zeichnungen werden praktisch durchgeführt
• Inhaltliche Schwerpunkte: Aufbau der Zelle, Fachliche Verfahren: Mikroskopie • Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) • Informationen erschließen (K) • Informationen aufbereiten (K)	• Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: • Kompartimentierung der eukaryotischen Zelle Individuelle und evolutive Entwicklung: • Zelldifferenzierung bei der Bildung von Geweben

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Material	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Welche Strukturen können bei prokaryotischen und eukaryotischen Zellen mithilfe verschiedener mikroskopischer Techniken sichtbar gemacht werden? (ca. 6 Ustd.) • Mikroskopie • prokaryotische Zelle • eukaryotische Zelle	• 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).		<i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Aktivierung von Vorwissen aus der → Sek I: Pflanzenzelle, Tierzelle, Bakterienzelle • Vergleich der Zellgrößen durch Mikroskopieren verschiedener Präparate von Prokaryoten und Eukaryoten mit dem Lichtmikroskop (S1) • Recherche in analogen sowie digitalen Medien etwa zu Zellgrößen bei Bakterien, Einzellern und anderen eukaryotischen Zellen (K1, K2) • Vergleich des Grundbauplans von pro- und eukaryotischen Zellen unter Berücksichtigung der Kompartimentierung (Basiskonzept Struktur und Funktion) (S2) • Erläuterung des Verfahrens der Lichtmikroskopie und Begründung der Grenzen lichtmikroskopischer Auflösung (K6) • Ableitung der Unterschiede zwischen Licht- und Fluoreszenzmikroskopie sowie Elektronenmikroskopie in Bezug auf technische Entwicklung, Art des eingesetzten Präparates, erreichte Vergrößerung und Begründung der unterschiedlichen Einsatzgebiete in der Zellbiologie (E2, E9, K9) • Reflexion der Wissensproduktion zum Beispiel unter Berücksichtigung möglicher Artefakte bei der Elektronenmikroskopie (E16) <i>Kontext:</i> „System Zelle“ – Die Zelle als kleinste lebensfähige Einheit [1] <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • 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)
Wie ermöglicht das Zusammenwirken der einzelnen Zellbestandteile die Lebensvorgänge in einer Zelle? (ca. 6 Ustd.) • eukaryotische Zelle: Zusammenwirken von Zellbestandteilen,	• erklären Bau und Zusammenwirken der Zellbestandteile eukaryotischer Zellen und erläutern die Bedeutung der Kompartimentierung (S2, S5, K5, K10).		

Kompartimentierung, Endosymbiontentheorie			
Welche Erkenntnisse über den Bau von Mitochondrien und Chloroplasten stützen die Endosymbiontentheorie? (ca. 2 Ustd.)	• erläutern theoriegeleitet den prokaryotischen Ursprung von Mitochondrien und Chloroplasten (E9, K7).		• Vergleich des Aufbaus von Mitochondrien und Chloroplasten und Ableitung der jeweiligen Kompartimente (S2) → Erstellung eines Papers zum Feinbau von Mitochondrium und Chloroplasten als Vorbereitung für die Q1 • Erläuterung der Bedeutung der Kompartimentierung der eukaryotischen Zelle (Basiskonzept Struktur und Funktion) auch im Hinblick auf gegenläufige Stoffwechselprozesse (S5) <i>Kontext:</i> Mitochondrien und Chloroplasten – Nachfahren von Prokaryoten? <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Analyse der Besonderheiten von Mitochondrien und Chloroplasten (äußere und innere Membran, Vermehrung durch Teilung, Genom, Ribosomen) unter Einbezug proximaler Erklärungen und Vergleich mit prokaryotischen Systemen (E9, K7) • modellhafte Darstellung des hypothetischen Ablaufs unter Fokussierung auf der Herkunft der Doppelmembran sowie der Aspekte einer Endosymbiose (E9) • ultimate Erklärung des prokaryotischen Ursprungs der Mitochondrien und Chloroplasten mithilfe der Endosymbiontentheorie (K7) <i>Kontext:</i> Lichtmikroskopie von differenzierten Tier- und Pflanzenzellen in Geweben <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • optional: Mikroskopie von Fertigpräparaten verschiedener Tierzellen im Gewebeverband: Muskelzellen, Nervenzellen, Drüsenzellen (E7, E8) • Ausblick auf die Q1: Analyse der Anpasstheiten von verschiedenen Laubblättern (Blattquerschnitte von Sonnen- und Schattenblättern, Kiefernna-deln, Maisblatt) im Hinblick auf Fotosynthese und Transpiration (K10) • Anfertigung wissenschaftlicher Zeichnungen zur Dokumentation und Interpretation der beobachteten Strukturen unter Berücksichtigung der Anpasstheit der Zelltypen (Basiskonzept Struktur und Funktion) und Vergleich
Welche morphologischen Anpasstheiten weisen verschiedene Zelltypen von Pflanzen und Tieren in Bezug auf ihre Funktionen auf? (ca. 6 Ustd.)	• analysieren differenzierte Zelltypen mithilfe mikroskopischer Verfahren (S5, E7, E8, E13, K10).		
• Vielzeller: Zelldiffe-			

renzung und Arbeitsteilung • Mikroskopie Welche Vorteile haben einzellige und vielzellige Organisationsformen? (ca. 4 Ustd.)	• vergleichen einzellige und vielzellige Lebewesen und erläutern die jeweiligen Vorteile ihrer Organisationsform (S3, S6, E9, K7, K8).	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) <i>Kontext:</i> Vielfalt der Organisationsformen von Lebewesen <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Differenzierung zwischen unterschiedlichen Systemebenen: Moleküle – Zelle – Gewebe – Organ – Organismus (S6) • Erläuterung der unterschiedlichen Organisationsformen innerhalb der <i>Chlamydomonadales</i> (Grünalgen-Reihe) und Ableitung der Eigenschaften von Vielzellern (Arbeitsteilung, Kommunikation, Fortpflanzung) anhand von <i>Volvox</i> (S3, E9) • fakultativ: Differenzierung der Begriffe Einzeller / Bakterien und Darstellung der Vielfalt der Bakterien hinsichtlich der Anpassungen ihres Stoffwechsels an unterschiedliche Lebensräume • Diskussion der Vorteile verschiedener Organisationsformen bei Berücksichtigung der Unterschiede zwischen proximalen und ultimativen Erklärungen sowie funktionalen und kausalen Erklärungen (K7, K8)
--	--	--

• UV Z2: Biomembranen • Inhaltsfeld 1: Zellbiologie Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	• Fachschaftsinterne Absprachen • ggf. Experimente zu den biochemischen Eigenschaften der Stoffgruppen • Experimente zu Diffusion und Osmose
• Inhaltliche Schwerpunkte: Biochemie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von osmotischen Vorgängen • Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)	• Beiträge zu den Basiskonzepten: Information und Kommunikation: • Prinzip der Signaltransduktion an Zellmembranen Steuerung und Regelung: • Prinzip der Homöostase bei der Osmoregulation

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Material	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Wie hängen Strukturen und Eigenschaften der Moleküle des Lebens zusammen? (ca. 5 Ustd.) • Stoffgruppen: Kohlenhydrate, Lipide, Proteine	• erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6). • stellen den Erkenntniszuwachs		<i>Kontext:</i> Moleküle des Lebens – biochemische Grundlagen für die Erklärung zellulärer Phänomene <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Reaktivierung von Vorwissen aus der Chemie → Sek I (Elemente, kovalente Bindungen, polare Bindungen, Wasser als polares Molekül, Ionen) • fakultativ: Planung und Durchführung von Experimenten zur Löslichkeit verschiedener Stoffe in Wasser zur Ableitung der Begriffsdefinitionen von hydrophil und hydrophob • Erläuterung des Aufbaus und der Eigenschaften von Kohlenhydraten, Lipiden und Proteinen sowie der Nukleinsäuren auch unter Berücksichtigung der Variabilität durch die Kombination von Bausteinen (K6) <i>Kontext:</i>

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Material	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Wie erfolgte die Aufklärung der Struktur von Biomembranen und welche Erkenntnisse führten zur Weiterentwicklung der jeweiligen Modelle? (ca. 6 Ustd.) - Biomembranen: Transport, Prinzip der Signaltransduktion, Zell-Zell-Erkennung Wie können Zellmembranen einerseits die Zelle nach außen abgrenzen und andererseits doch durchlässig für Stoffe sein? (ca. 8 Ustd.) - physiologische Anpassungen: Homöostase - Untersuchung von osmotischen	zum Aufbau von Biomembranen durch technischen Fortschritt und Modellierungen an Beispielen dar (E12, E15–17). - erklären experimentelle Befunde zu Diffusion und Osmose mithilfe von Modellvorstellungen (E4, E8, E10–14). - erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6). - erklären die Bedeutung der Homöostase des osmotischen Werts für zelluläre Funktionen und leiten		Modellentwicklung zum Aufbau von Biomembranen <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> - Durchführung des Rotkohl-Versuchs zum Nachweis von Lipiden und Proteinen als Bestandteile der Biomembranen - Ableitung des Modells von Gorter und Grendel aus der Analyse von Erythrocyten-Membranen - Erklärung der Veränderungen zum Sandwich-Modell von Davson und Danielli aufgrund chemischer Analysen und elektronenmikroskopischer Bilder von Zellmembranen - Erläuterung des Fluid-Mosaik-Modells anhand folgender Analysen durch Singer und Nicolson und Bestätigung durch die Gefrierbruch-Methode sowie Zellfusions-Experimente von Frye und Edidin - Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der einzelnen Membranmodelle auch anhand selbst hergestellter Membranmodelle (E12) - Reflektion des Erkenntnisgewinnungsprozesses ausgehend vom technischen Fortschritt der Analyseverfahren und Weiterentwicklung des Membranmodells zum modernen Fluid-Mosaik-Modell (E15–17) <i>Kontext:</i> Abgrenzung und Austausch – (k)ein Widerspruch? <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> - Hypothesengeleitete Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten zu Diffusion und Osmose (z.B. mit Osmosekammer), sodass ausgehend von der Beschreibung der Phänomene anhand von Modellvorstellungen zum Aufbau von Biomembranen die experimentellen Befunde erklärt werden können (E4, E8) - Einbezug von Experimenten zur Diffusion, zur qualitativen und quantitativen

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Material	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Vorgängen Wie können extrazelluläre Botenstoffe, wie zum Beispiel Hormone, eine Reaktion in der Zelle auslösen? (ca. 2 Ustd.) Welche Strukturen sind für die Zell-Zell-Erkennung in einem Organismus verantwortlich? (ca. 1 Ustd.)	mögliche Auswirkungen auf den Organismus ab (S4, S6, S7, K6, K10). • erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6).		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) → Vorbereitung eines Papers zu den Transportmechanismen als Grundlage für Neurobiologie und Stoffwechselphysiologie in der Q1 • Ableitung der Eigenschaften der Transportsysteme auch im Hinblick auf energetische Aspekte (aktiver und passiver Transport) (S5, K6) • Erläuterung der Bedeutung zellulärer Transportsysteme am Beispiel von Darmepithelzellen, Drüsenzellen und der Blut-Hirn-Schranke (S6, S7) • Diskussion der Bedeutung der Osmoregulation für Einzeller in Süß- bzw. Salzwasser unter Bezugnahme auf das Basiskonzept Steuerung und Regelung (Prinzip der Homöostase bei der Osmoregulation) und Anwendung auf die Homöostase bei der Osmoregulation von Süß- und Salzwasserfischen (S4, S7, K10) Kontext: Signaltransduktion am Beispiel des Hormons Insulin zentrale Unterrichtssituationen: • 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)

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler ...	Empfohlene Lehrmittel/ Material	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
			<i>Kontext:</i> Organtransplantation <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Aktivierung von Vorwissen aus der → Sek I zur Immunantwort auf körperfremde Organe • Ableitung der Vielzahl von Oberflächenstrukturen einer Zelle aufgrund der Variationsmöglichkeiten von Glykolipiden und Glykoproteinen und Erklärung der Spezifität dieser Oberflächenstrukturen (S2) • Erläuterung der Möglichkeiten der Zell-Zell-Erkennung aufgrund spezifischer Bindung von Oberflächenstrukturen nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip und Unterscheidung zwischen körpereigenen und körperfremden Oberflächenstrukturen (S5, S7) • Diskussion der Bedeutung von Zell-Zell-Erkennung in Bezug auf Reaktionen des Immunsystems sowie die Bildung von Zellkontakten in Geweben unter Berücksichtigung der Basiskonzepte Struktur und Funktion sowie Information und Kommunikation (S5, K6)

UV Z3: Mitose, Zellzyklus und Meiose Inhaltsfeld 1: Zellbiologie Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden à 45 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)	Fachschaftsinterne Absprachen • ggf. Mikroskopie von Wurzelspitzen (<i>Allium cepa</i>) Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten: Stoff- und Energieumwandlung: • Energetischer Zusammenhang zwischen auf- und abbauendem Stoffwechsel
--	---

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Wie verläuft eine kontrollierte Vermehrung von Körperzellen? (ca. 6 Ustd.) • Mitose: Chromosomen, Cytoskelett • Zellzyklus: Regulation	• erklären die Bedeutung der Regulation des Zellzyklus für Wachstum und Entwicklung (S1, S6, E2, K3).		Kontext: 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 <i>Allium cepa</i>, Vergleich von Chromosomenanordnungen im Zellkern mit modellhaften Abbildungen, Schätzung der Häufigkeit der verschiedenen Phasen (Mitose und Interphase) im Präparat • Erläuterung der Phasen des Zellzyklus, dabei Fokussierung auf die Entstehung genetisch identischer Tochterzellen. Berücksichtigung des Basiskonzepts Struktur und Funktion: Abhängigkeit der Chromatin-Struktur von der jeweiligen Funktion • Erstellung eines Schemas zum Zellzyklus als Kreislauf mit Darstellung des

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Wie kann unkontrolliertes Zellwachstum gehemmt werden und welche Risiken sind mit der Behandlung verbunden? (ca. 2 Ustd.)	begründen die medizinische Anwendung von Zellwachstumshemmern (Zytostatika) und nehmen zu den damit verbundenen Risiken Stellung (S3, K13, B2, B6–9).		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 → Erstellung eines Papers zur Regulation des Zellzyklus (wichtig für LK in der Q2) - fakultativ: Bedeutung der Apoptose (programmierter Zelltod) <i>Kontext:</i> Behandlung von Tumoren mit Zytostatika <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> - Definition des Krankheitsbildes Krebs und Bedeutung von Tumoren - Recherche zu einem Zytostatikum und Erstellung eines Infoblattes mit Wirkmechanismus und Nebenwirkungen zur Erläuterung der Wirkungsweise (das Infoblatt sollte auch fachübergreifende Aspekte beinhalten) - konstruktiver Austausch über die Ergebnisse, Fokussierung auf die unspezifische Wirkung von Zytostatika (→ Ausblick auf Möglichkeiten personalisierter Medizin) (K13) - Abschätzung von Nutzen und Risiken einer Zytostatikatherapie basierend auf den erhaltenen Ergebnissen, dabei sollen unterschiedliche Perspektiven eingenommen und Handlungsoptionen berücksichtigt werden (B8) <i>Kontext:</i>
Welche Ziele verfolgt die Forschung mit	diskutieren kontroverse Positionen zum Einsatz von embryonalen		

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
embryonalen Stammzellen und wie wird diese Forschung ethisch bewertet? (ca. 4 Ustd.)	Stammzellen (K1–4, B1–6, B10–12).		Unheilbare Krankheiten künftig heilen? <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> - 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 - 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.
Nach welchem Mechanismus erfolgt die Keimzellbildung und welche Mutationen können dabei auftreten? (ca. 6 Ustd.)	erläutern Ursachen und Auswirkungen von Chromosomen- und Genommutationen (S1, S4, S6, E11, K8, K14).		<i>Kontext:</i> Karyogramm einer an Trisomie 21 erkrankten Person <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> - 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 Translokationstriso-

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
- Karyogramm: Genommutationen, Chromosomenmutationen - Meiose - Rekombination Inwiefern lassen sich Aussagen zur Vererbung genetischer Erkrankungen aus Familienstambäumen ableiten? (ca. 4 Ustd.) - Analyse von Familienstambäumen			mie 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 → Zusammenfassung der Formen und Auswirkungen von Genom- und Chromosomenmutationen als Grundlage für Genetik in der Q2 - Reaktivierung des Vorwissens (→Sek I: Meiose und Befruchtung,) - Vertiefende Betrachtung der Meiose - Erläuterung der Ursachen der Trisomie 21 - Betrachtung der Unterschiede zur Mitose, vor allem im Hinblick auf die Reduktion des Chromosomensatzes bei der Gametenreifung. - Herausstellung der Vorteile sexueller Fortpflanzung: interchromosomale und intrachromosomale Rekombination (S6) <i>Kontext:</i> Familienfoto zeigt phänotypische Variabilität unter Geschwistern <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> - 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

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
	wenden Gesetzmäßigkeiten der Vererbung auf Basis der Meiose bei der Analyse von Familienstammbäumen an (S6, E1–3, E11, K9, K13).		<i>Kontext:</i> Familienberatung mithilfe der Analyse eines Familienstammbaums zu einem genetisch bedingten Merkmal <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> - Aktivierung von Vorwissen: Regeln der Vererbung (Gen- und Allelbegriff, Familienstammbäume) (→Sek I) - Analyse von Familienstammbäumen, dabei Beachtung der Schritte der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung →Erstellung eines Papers zur Methode der Stammbaumanalyse als Vorentlastung für Genetik in der Q2 - Ermittlung der Wahrscheinlichkeit für eine Erkrankung in Abhängigkeit des Genotyps der Eltern auf Grundlage der Möglichkeiten interchromosomaler Rekombination

• UV Z4: Energie, Stoffwechsel und Enzyme • Inhaltsfeld 1: Zellbiologie • Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden à 45 Minuten • Inhaltliche Schwerpunkte: • Physiologie der Zelle, Fachliche Verfahren: Untersuchung von Enzymaktivitäten • Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Informationen aufbereiten (K)	• Fachschaftsinterne Absprachen • Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten: Stoff- und Energieumwandlung: • Energetischer Zusammenhang zwischen auf- und abbauendem Stoffwechsel
---	--

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Welcher Zusammenhang besteht zwischen aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel in einer Zelle stofflich und energetisch? (ca. 12 Ustd.) • Anabolismus und Katabolismus • Energieumwandlung: ATP-ADP-System	• beschreiben die Bedeutung des ATP-ADP-Systems bei auf- und abbauenden Stoffwechselprozessen (S5, S6).		<i>Kontext:</i> „Du bist, was du isst“ – Umwandlung von Nahrung in körpereigene Substanz <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Aktivierung von Vorwissen (→ Sek I, EF.1) durch Analyse einer Nährwerttafel: Zusammenhang zwischen Nahrungsbestandteilen und Zellinhaltsstoffen • Erstellung eines vereinfachten Schemas zum katabolen und anabolen Stoffwechsel, dabei Verdeutlichung des energetischen Zusammenhangs von abbauenden (exergonischen) und aufbauenden (endergonischen) Stoffwechselwegen, dabei Berücksichtigung der Abgrenzung von Alltags- und Fachsprache • Verdeutlichung des Grundprinzips der energetischen Kopplung durch Energieüberträger • Erläuterung des ATP-ADP-Systems unter Verwendung einfacher Modellvorstellungen: ATP als Energieüberträger

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
- Energieumwandlung: Redoxreaktionen Wie können in der Zelle biochemische Reaktionen reguliert ablaufen? (ca. 12 Ustd.) - Enzyme: Kinetik	erklären die Regulation der Enzymaktivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9).		→ Erstellung eines Papers zum ATP-ADP-System als Vorentlastung für Stoffwechsel in der Q1 <i>Kontext:</i> „Chemie in der Zelle“ – Redoxreaktionen ermöglichen den Aufbau und Abbau von Stoffen <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> - Aktivierung von Vorwissen (→ Sek I Chemie): Redoxreaktion als Elektronenübertragungsreaktion, Donator-Akzeptor-Prinzip, Energieumsatz - Herstellen eines Zusammenhangs von exergonischer Oxidation und Katabolismus sowie endergonischer Reduktion und Anabolismus - Erläuterung des (NADH+H⁺)-NAD⁺-Systems und die Bedeutung von Reduktionsäquivalenten für den Stoffwechsel → Erstellung eines Papers zum NAD⁺-System als Grundlage für die Stoffwechselphysiologie in der Q1 - 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 <i>Kontext:</i> Enzyme ermöglichen Reaktionen bei Körpertemperatur. <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> - Demonstrationsexperiment zur Verbrennung eines Zuckerwürfels mit und ohne Asche. - Definition des Katalysators und Veranschaulichung der Wirkung im Energiediagramm.

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
- Untersuchung von Enzymaktivitäten - Enzyme: Regulation	- entwickeln Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von verschiedenen Faktoren und überprüfen diese mit experimentellen Daten (E2, E3, E6, E9, E11, E14). - beschreiben und interpretieren Diagramme zu enzymatischen Reaktionen (E9, K6, K8, K11). - erklären die Regulation der Enzymaktivität mithilfe von Modellen (E5,		- 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) <i>Kontext:</i> Die Enzymaktivität ist abhängig von Umgebungsbedingungen. <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> - 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). <i>Kontext:</i> „Alkohol verdrängt Alkohol“: Eine Methanol-Vergiftung kann mit Ethanol

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Empfohlene Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
	E12, K8, K9).		behandelt werden. <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Erweiterung der Modellvorstellung zu Enzymen durch die Darstellung der kompetitiven Hemmung (E12) • Erläuterung der Modellvorstellung zur allosterischen Hemmung und Beurteilung von Grenzen der Modellvorstellungen • Erarbeitung der Enzymaktivität durch kompetitive und allosterische Hemmung anhand von Diagrammen (K9) • Erläuterung der Aktivierung von Enzymen und die Bedeutung von Cofaktoren, Beschreibung einer Reaktion mit ATP und ggf. $\text{NADH} + \text{H}^+$ als Cofaktor unter Nutzung modellhafter Darstellungen, dabei Rückbezug zur Darstellung des Zusammenhangs von katabolen und anabolen Stoffwechselwegen. • Erstellung eines Papers zur Enzymregulation und der Bedeutung/Wirkung von Cofaktoren als Grundlage für die Stoffwechselphysiologie in der Q1

Q1 Grundkurs

UV GK-N1: Informationsübertragung durch Nervenzellen Inhaltsfeld 2: Neurobiologie Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden à 45 Minuten Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlagen der Informationsverarbeitung, Fachliche Verfahren: Potenzialmessungen Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)	Fachschaftsinterne Absprachen • Erstellung von Erklärfilmen zur Synapse Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Transmitter und Rezeptorprotein Stoff- und Energieumwandlung: Energiebedarf des neuronalen Systems Information und Kommunikation: Codierung und Decodierung von Information an Synapsen Steuerung und Regelung: Positive Rückkopplung bei der Entstehung von Aktionspotenzialen Individuelle und evolutive Entwicklung: Zelldifferenzierung am Beispiel der Myelinisierung von Axonen bei Wirbeltieren
---	---

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Material	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Wie ermöglicht die Struktur eines Neurons die Aufnahme und Weitergabe von Informationen?	• erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12).		<i>Kontext:</i> Das Neuron: Die spezialisierte Grundeinheit aller Nervensysteme <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> Vorstellung der strukturellen Merkmale einer Nervenzelle im Gegensatz zu den bisher bekannten Zelltypen (→ EF), hinsichtlich der Gliederung in Dendriten,

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Material	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
(ca. 12 Ustd.) - Bau und Funktionen von Nervenzellen: Ruhepotenzial - Bau und Funktionen von Nervenzellen: Aktionspotenzial - Potenzialmessungen	- entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Aufrechterhaltung und Beeinflussung des Ruhepotenzials (S4, E3). - erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14).		Soma, Axon Darstellung des Zusammenhangs von Struktur und Funktion Aufzeigen der Möglichkeiten und Grenzen eines Neuron-Modells, z. B. durch den Vergleich einer schematischen Abbildung mit Realaufnahmen von Nervenzellen <i>Kontext:</i> Nervenzellen unter Spannung: Die Iontentheorie des Ruhepotenzials <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> 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. Us-sing-Kammer) <i>Kontext:</i> Neuronen in Aktion: Schnelle und zielgerichtete Informationsweiterleitung <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> ggf. Einstieg: Reaktionstest mit Lineal Erläuterung der Veränderungen der Ionenverteilung an der Membran beim Wechsel vom Ruhe- zum Aktionspotenzial, Phasen des Aktionspotenzials, korrekte Verwendung der Fachsprache Beschreibung einer Versuchsanordnung zur Untersuchung von Potenzialänderungen an Neuronen begründete Zuordnung von molekularen Vorgängen an der Axonmembran zu den passenden Kurven-Diagrammen (Potenzialmessung) Auswertung eines Experiments zur Erforschung oder Beeinflussung des Aktionspotenzials, z. B. durch Blockade der spannungsgesteuerten Ionenkanäle

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Material	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Bau und Funktionen von Nervenzellen: Erregungsleitung	vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an (S6, E1–3).		ggf. Vertiefung der Kenntnisse zur Informationsweiterleitung durch Bearbeitung der IQB-Aufgabe Schmerzen <i>Kontext:</i> Vergleich von sofortigem und langsam einsetzendem Schmerz <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> Beschreibung des Phänomens der unterschiedlich schnellen Schmerz Wahrnehmung, Aufstellen einer Forschungsfrage und Hypothesenbildung modellgestützte Erarbeitung der beiden Erregungsleitungstypen und tabellarische Gegenüberstellung von schnellen Aδ-Fasern und langsameren C-Fasern Erarbeitung der zwei grundsätzlichen Möglichkeiten einer Steigerung der Weiterleitungsgeschwindigkeit, z. B. anhand einer Datentabelle: Erhöhung des Axondurchmessers (Bsp. <i>Loligo vulgaris</i>) oder Myelinisierung
Wie erfolgt die Informationsweitergabe zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese beeinflusst werden? (ca. 8 Ustd.) - Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse - Stoffeinwirkung an Synapsen	- erklären die Erregungsübertragung an einer Synapse und erläutern die Auswirkungen exogener Substanzen (S1, S6, E12, K9, B1, B6). - erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14). - nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9).		<i>Kontext:</i> Funktionsweise von Synapsen und deren Beeinflussung (z. B. durch Botox) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> Modellhafte Darstellung der Funktionsweise einer chemischen Synapse und Überführung in eine andere Darstellungsform, z. B. Erklärfilm oder Fließschema Vertiefung der Funktion einer neuromuskulären Synapse durch Erarbeitung der Einwirkung von z. B. Botox, Berücksichtigung von Messwerten an einer unbehandelten und einer behandelten Synapse Zuordnung des möglichen Wirkortes verschiedener exogener Stoffen an der Synapse, etwa am Beispiel der Conotoxine; Ergänzung des Erklärfilms oder Fließschemas <i>Kontext:</i> Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> Vorstellung der Wirkungsweise des Cannabinoids THC Hinweis: Da die konkretisierte Kompetenzerwartung dem Kompetenzbereich Bewertung zugeordnet ist, soll auf eine detaillierte Darstellung der molekularen

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Material	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
			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 Hinweis: Neben den übergeordneten Kompetenzerwartungen B5–9 bietet es sich hier an, ggf. weitere Bewertungskompetenzen in den Blick zu nehmen.

UV GK-S1: Energieumwandlung in lebenden Systemen Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie Zeitbedarf: ca. 5 Unterrichtsstunden à 45 Minuten Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: - Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse zeitgleich in einer Zelle. Stoff- und Energieumwandlung: - Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen
--	--

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Material	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Wie wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in nutzbare Energie um? (ca. 5 Ustd.) • Energieumwandlung • Energieentwertung • Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel • ATP-ADP-System • Stofftransport zwischen den Kompartimenten • Chemiosmotische ATP-Bildung	• stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (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 $\text{NADH} + \text{H}^+$ und ATP • Erarbeitung des Modells eines technischen Kraftwerks (z.B. Pumpspeicherkraftwerk) zur Verdeutlichung der Energieumwandlung, dabei Aktivierung von Vorwissen zum Energieerhaltungssatz (→Physik Sek I) • Beschreibung der grundlegenden Funktionsweise des Transmembranproteins ATP-Synthase in lebenden Systemen • Übertragung der Modellvorstellung des Pumpspeicherkraftwerkes auf die Zelle: Die elektrische Energie entspricht der chemischen Energie des ATP, die Turbine entspricht der ATP-Synthase

UV GK-S2: Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie Zeitbedarf: ca. 11 Unterrichtsstunden à 45 Minuten Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen	Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: • Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse zeitgleich in einer Zelle. Stoff- und Energieumwandlung: • Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen Steuerung und Regelung: • Negative Rückkopplung in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels
--	--

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Material	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Wie kann die Zelle durch den schrittweisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen? (ca. 6 Ustd.) • Feinbau Mitochondrium • Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäure-zyklus und Atmungskette • Redoxreaktionen Wie beeinflussen Nahrungsergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel?	• stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9). • erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels (S7, E1–4, E11, E12). • nehmen zum Konsum eines ausge-		<i>Kontext:</i> Keine Power ohne Nahrung – Bei heterotrophen Organismen ist die ATP-Synthese an die Oxidation von Nährstoffmolekülen gekoppelt. <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Reaktivierung des Vorwissens zum Feinbau von Mitochondrien und Skizze eines Schaubildes mit den wesentlichen Schritten der Zellatmung und deren Verortung in Zellkompartimenten, sukzessive Ergänzung des Schaubildes im Verlauf des Unterrichts (K9) • Beschreibung der Glykolyse als ersten Schritt des Glucoseabbaus, dabei Fokussierung auf die Entstehung von Energie- und Reduktionsäquivalenten sowie die Oxidation zu Pyruvat als Endprodukt der Glykolyse • Beschreibung des oxidativen Abbaus von Pyruvat zu Kohlenstoffdioxid in den Mitochondrien durch oxidative Decarboxylierung und die Prozesse im Tricarbonsäurezyklus, dabei Fokussierung auf die Reaktionen, in denen Reduktionsäquivalente und ATP gebildet werden • Aufstellung einer Gesamtbilanz aus den ersten drei Schritten und Abgleich mit der Bruttogleichung der Zellatmung Hinweis: Strukturformeln der Zwischenprodukte müssen nicht reproduziert werden können. • Veranschaulichung des Elektronentransports in der Atmungskette und des Protonentransports durch die Membran anhand einer vereinfachten Darstellung (K9) • Analyse der Bedeutung der Verfügbarkeit von Sauerstoff als Endakzeptor der Elektronen und $\text{NADH} + \text{H}^+$ als Elektronendonator zur Aufrechterhaltung des Protonengradienten • Vervollständigung des Übersichtsschemas und Aufstellen einer Gesamtbilanz der Zellatmung (K9) <i>Kontext:</i> Mikronährstoffpräparate beim Sport – Lifestyle oder notwendige Ergänzung? <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Reaktivierung des Vorwissens zu enzymatischen Reaktionen und der Enzymre-

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Material	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
(ca. 5 Ustd.) Stoffwechselregulation auf Enzymebene	wählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1–4, B5, B7, B9).		gulation durch Aktivatoren und Inhibitoren unter Verwendung einfache, modellhafter Abbildungen (→EF) - Reaktivierung der Kenntnisse zu Cofaktoren am Beispiel von Mineralstoff- oder Vitaminpräparaten als Nahrungsergänzungsmittel (NEM) - angeleitete Recherche zu NEM beim Sport, hierbei besondere Fokussierung auf Quellenherkunft und Intention der Autoren (K4) - Bewertungsprozess: Abwägung von Handlungsoptionen und kriteriengeleitete Meinungsbildung sowie Entscheidungsfindung (B9)

UV GK-S3: Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	
Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel, Fachliche Verfahren: Chromatografie Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: - Biologische Sachverhalte betrachten (S) - Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) - Informationen aufbereiten (K)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Stoff- und Energieumwandlung: - Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen Individuelle und evolutive Entwicklung: - Zelldifferenzierung bei fotosynthetisch aktiven Zellen

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von Pflanzen abhängig? (ca. 4 Ustd.) Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren	analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11).		<i>Kontext:</i> Solarenergie sichert unsere Ernährung – Pflanzen sind Selbstversorger und Primärproduzenten <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> - Reaktivierung der Bruttogleichung der Fotosynthese (→ Sek I) und Beschreibung der Stärke- und Sauerstoffproduktion als ein Maß für die Fotosyntheseaktivität. - Messung der Sauerstoffproduktion bei der Wasserpest, z. B. mithilfe einer Farbreaktion oder bei Efeu, dabei Variation der äußeren Faktoren und Berücksichtigung der Variablenkontrolle (E6) - Auswertung der Ergebnisse, Abgleich mit Literaturwerten und Rückbezug auf Hypothesen (E 9–11)
Welche Blattstrukturen sind für die Fotosynthese von Bedeutung? (ca. 4 Ustd.) Funktionale Anpassungen: Blattaufbau	erklären funktionale Anpassungen an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4, S5, S6, E3, K6–8).		<i>Kontext:</i> Stärkenachweis in panaschierten Blättern – die Fotosynthese findet nur in grünen Pflanzenteilen statt <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> - Kenntnisse zum Aufbau eines Laubblatts, Erläuterung der morphologischen Strukturen, die für die Fotosyntheseaktivität von Landpflanzen bedeutend sind → Lehrerdemonstration eines Blattquerschnittes mittels LCD-Mikroskop - Erläuterung von Struktur-Funktions-Zusammenhängen für unterschiedliche Gewebe im schematischen Blattquerschnitt, dabei Berücksichtigung der Versorgung fotosynthetisch aktiver Zellen mit Kohlenstoffdioxid, Wasser und Lichtenergie - Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zu Anpassungen von Sonnen- und Schattenblättern (E3), Auswertung von Daten zur Fotosyntheserate
Welche Funktionen haben Fotosynthesepigmente? (ca. 3 Ustd.) Funktionale Anpassungen:	erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13).		<i>Kontext:</i> Der ENGELMANN-Versuch- Die Fotosyntheseleistung ist abhängig von der Wellenlänge des Lichts. <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> - Auswertung des ENGELMANN-Versuchs und Erklärung des ungleichmäßigen Bakterienwachstums entlang der fädigen Alge - Herstellen eines Zusammenhangs zwischen dem Absorptionsspektrum einer

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, Feinbau Chloroplast • Chromatografie Wie erfolgt die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie? (ca. 7 Ustd.) • Chemiosmotische ATP-Bildung • Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen, • Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration • Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel	• erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der Fotosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht (S2, S7, E2, K9).		Rohchlorophylllösung und dem Wirkungsspektrum der Fotosynthese • Sachgemäße Durchführung der DC-Chromatografie und Identifikation der Pigmente (E4) • Wiederholung des Feinbaus eines Chloroplasten und Verortung der Pigmente in der Thylakoidmembran • Reflexion des Erkenntnisgewinnungsprozesses (z.B. Einsatz analytischer Verfahren, historischer Experimente und Modelle) (E13) <i>Kontext:</i> Chloroplasten als Lichtwandler – Wie erfolgt die Synthese von Glucose mit Hilfe von Sonnenlicht? <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Erstellung eines Übersichtsschemas für die Fotosynthese mit einer Unterteilung in Primärreaktion und Sekundärreaktion unter Berücksichtigung der Energieumwandlung von Lichtenergie in ATP und der Bildung von Glucose unter ATP-Verbrauch (K9) • Erläuterung der wesentlichen Vorgänge in der Lichtreaktion (Fotolyse des Wassers, Elektronentransport und Bildung von $\text{NADPH} + \text{H}^+$) anhand eines einfachen Schaubildes, Reaktivierung der Kenntnisse zur chemiosmotischen ATP-Bildung (→UV1) • Erläuterung der Teilschritte des CALVIN-Zyklus, dabei Fokussierung auf die Kohlenstoffdioxidfixierung durch das Enzym Rubisco, das Recyclingprinzip von Energie- und Reduktionsäquivalenten sowie auf die Bedeutung zyklischer Prozesse • Vervollständigung des Übersichtsschemas zur Veranschaulichung des stofflichen und energetischen Zusammenhangs der Teilreaktionen • Darstellung des Zusammenwirkens von Chloroplasten und Mitochondrien in einer Pflanzenzelle für die Aufrechterhaltung der Lebensvorgänge in einer Pflanzenzelle

UV GK-Ö1: Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten Inhaltliche Schwerpunkte: Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Fachliches Verfahren: Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E) • Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) • Informationen aufbereiten (K)		Fachschaftsinterne Absprachen • Exkursion zu einer schulnahen Wiese Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: • Kompartimentierung in Ökosystemebenen Steuerung und Regelung: • Positive und negative Rückkopplung ermöglichen Toleranz Individuelle und evolutive Entwicklung: • Angepasstheit an abiotische und biotische Faktoren	
Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Welche Forschungsgebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Ökologie? (ca. 3 Ustd.) • Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren.	• 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 Wechselbeziehungen von Lebewesen im gewählten Modellökosystem mit Hilfe einer Concept Map • Präsentation der Zusammenhänge unter Berücksichtigung kausaler Erklärungen und der Vernetzung von Systemebenen (S5–7, K8) • Präsentation zentraler Fragestellungen und Forschungsgebiete der Ökologie, die bei der Untersuchung des Zusammenwirkens von abiotischen und biotischen Faktoren im Verlauf der Unterrichtsvorhaben zur Ökologie eine Rolle spielen (Advance Organizer)

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Inwiefern bedingen abiotische Faktoren die Verbreitung von Lebewesen? (ca. 5 Ustd.) Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven	untersuchen auf der Grundlage von Daten die physiologische und ökologische Potenz von Lebewesen (S7, E1-3, E9, E13).		<i>Kontext:</i> Eine Frage der Perspektive – Für Wüstenspringmäuse ist die Wüste kein extremer Lebensraum <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> - Herstellung eines Zusammenhangs zwischen einer langfristigen standortspezifischen Verfügbarkeit / Intensität eines Umweltfaktors und den entsprechenden Anpassungen bei Tieren am Beispiel des Umweltfaktors Wasser (ggf. Reaktivierung des Vorwissens zu morphologischen und physiologischen Anpassungen bei Pflanzen → UV 3 Stoffwechselphysiologie) - Interpretation von Toleranzkurven 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)
Welche Auswirkungen hat die Konkurrenz um Ressourcen an realen Standorten auf die Verbreitung von Arten? (ca. 5 Ustd.) - Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz, - Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische Potenz - Ökologische Nische	- 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).		<i>Kontext:</i> Vergleich der Standortbedingungen für ausgewählte Arten in Mono- und Mischkultur <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> - Erläuterung des Konkurrenzbegriffs am Beispiel der intra- und der interspezifischen Konkurrenz, z. B. von Baumarten oder Gräsern in Mono- und Mischkultur (S7) - Erklärung der ökologischen Potenz mit dem Zusammenwirken von physiologischer Toleranz und der Konkurrenzstärke um Ressourcen (E9, K6–8) - Erläuterung des Konzepts der „ökologischen Nische“ als Wirkungsgefüge aller biotischen und abiotischen Faktoren, die das Überleben der Art ermöglichen (vertiefende Erarbeitung der Merkmale interspezifischer Beziehungen → UV 2 Ökologie) - Herausstellen der Mehrdimensionalität des Nischenmodells und der ultimativen Erklärung der Einnischung (K7, E17)

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden? (ca. 3 Ustd.) - Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen, - Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal	- 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).		<i>Kontext:</i> Fettwiese oder Magerrasen? – Zeigerpflanzen geben Aufschluss über den Zustand von Ökosystemen <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> - Erfassung von Arten auf einer schulnahen Wiese unter Verwendung eines Bestimmungsschlüssels (ggf. digital) und Recherche der Zeigerwerte dominanter Arten, Aufstellen von Vermutungen zur Bodenbeschaffenheit (E3, E4, E7–9) → Exkursion - Sensibilisierung für den Zusammenhang von Korrelation und Kausalität (K8) und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses (E15) - Internetrecherche zur ökologischen Problematik von intensiver Grünlandbewirtschaftung (Fettwiesen), Begründung von Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen von heimischen, artenreichen Magerwiesen (K11–14)

UV GK-Ö2: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 9 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	Fachschaftsinterne Absprachen
Inhaltliche Schwerpunkte: Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Informationen aufbereiten (K) • Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K) • Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: • Kompartimentierung in Ökosystemebenen Individuelle und evolutive Entwicklung: • Angepasstheit an abiotische und biotische Faktoren

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar? (ca. 5 Ustd.) • 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, Parasitismus, Mutualismus und Symbiose an aussagekräftigen Beispielen. Ggf. Präsentationen zu den Wechselwirkungen unter Berücksichtigung der Fachsprache und der Unterscheidung von funktionalen und kausalen Erklärungen (K6, K8) • Analyse der Angepasstheiten ausgewählter interagierender Arten auf morphologischer und physiologischer Ebene, z. B. bei Symbiose (K7) • Analyse von Daten zu Wechselwirkungen und Bildung von Hypothesen zur vorliegenden Beziehungsform, Reflexion der Datenerfassung (z. B. Diskrepanz zwischen Labor- und Freilandbedingungen, Methodik) (E9)

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Wie können Aspekte der Nachhaltigkeit im Ökosystemmanagement verankert werden? (ca. 4 Ustd.) • 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).		<i>Kontext:</i> Pestizideinsatz in der Landwirtschaft <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Analyse eines Fallbeispiels zur chemischen Schädlingsbekämpfung mit Pestizideinsatz (K12) • Erläuterung des Konflikts zwischen ökonomisch rentabler Umweltnutzung und Biodiversitätsschutz beim Einsatz von Pestiziden in der Landwirtschaft und Diskussion von Handlungsoptionen als Privatverbraucher (K14, B2, B5, B10)

UV GK-Ö3: Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 9 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	
Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel, Fachliche Verfahren Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: • Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) • Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) • Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: • Kompartimentierung in Ökosystemebenen Stoff- und Energieumwandlung: • Stoffkreisläufe in Ökosystemen

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften durch Energiefluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbindung? (ca. 4 Ustd.) - Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant? (ca. 2 Ustd.) - Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel	- analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5). - erläutern geografische, zeitliche und soziale Auswirkungen des anthropogen bedingten Treibhauseffektes und entwickeln Kriterien für die Bewertung von Maßnahmen (S3, E16, K14, B4, B7, B10, B12).		Kontext: Nahrungsbeziehungen und ökologischer Wirkungsgrad 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) - Erläuterung der Bedeutung der einzelnen Trophieebenen in Stoffkreisläufen (→ IF Stoffwechselphysiologie) - Interpretation der Unterschiede der Stoffspeicherung und des Stoffflusses in terrestrischen und aquatischen Systemen anhand von Biomassepyramiden und Produktionswertpyramiden (K5, E14) - Interpretation von grafischen Darstellungen zum Energiefluss in einem Ökosystem unter Berücksichtigung des ökologischen Wirkungsgrads der jeweiligen Trophieebene - Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der modellhaften Darstellungen (E12) - ggf. Anwendung der erworbenen Kenntnisse am Beispiel des Flächen- und Energiebedarfs für die Fleischproduktion auf Grundlage von Untersuchungsbefunden (E14) Kontext: Kohlenstoffkreislauf und Klimaschutz Zentrale Unterrichtssituationen: - Darstellung der Austauschwege im Kohlenstoffkreislauf zwischen den Sphären der Erde (Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre, Biosphäre) - Unterscheidung von langfristigem und kurzfristigem Kohlenstoffkreislauf und Erläuterung der Umweltschädlichkeit von fossilen Energiequellen in Bezug auf die Erderwärmung (E14) Kontext: Aktuelle Debatte um den Einfluss des Menschen auf den Klimawandel Zentrale Unterrichtssituationen:

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
abgemildert werden? (ca. 3 Ustd.) Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts			- Angeleitete Recherche zu den geografischen, zeitlichen und sozialen Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffekts sowie zu den beschlossenen Maßnahmen - Entwicklung von Kriterien für die Bewertung der Maßnahmen unter Berücksichtigung der Dimensionen für globale Entwicklung (Umwelt, Soziales, Wirtschaft) sowie Abschätzung der Wirksamkeit der Maßnahmen (B4, B7, K14, B12) - Erkennen der Grenzen der wissenschaftlichen Wissensproduktion und der Akzeptanz vorläufiger und hypothetischer Aussagen, die auf einer umfassenden Datenanalyse beruhen (E16)

Q2 Grundkurs

UV GK-G1: DNA – Speicherung und Expression genetischer Information Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf: ca. 27 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	Fachschaftsinterne Absprachen
Inhaltliche Schwerpunkte: Molekulargenetische Grundlagen des Lebens Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: - Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) - Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) - Informationen aufbereiten (K)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: - Kompartimentierung bei der eukaryotischen Proteinbiosynthese Stoff- und Energieumwandlung: - Energiebedarf am Beispiel von DNA-Replikation und Proteinbiosynthese Information und Kommunikation: - Codierung und Decodierung von Information bei der Proteinbiosynthese

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Wie wird die identische Verdopplung der DNA vor einer Zellteilung gewährleistet? (ca. 4 Ustd.) • Speicherung und Realisierung genetischer Information: Bau der DNA, semikonservative Replikation, Transkription, Translation Wie wird die genetische Information der DNA zu Genprodukten bei Prokaryoten umgesetzt? (ca. 6 Ustd.)	• leiten ausgehend vom Bau der DNA das Grundprinzip der semikonservativen Replikation aus experimentellen Befunden ab (S1, E1, E9, E11, K10). • erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6).		<i>Kontext:</i> Zellteilungen der Zygote nach Befruchtung <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau der DNA (→ Sek I, → EF), Erstellung eines Baustein-Modells zur Erklärung der Struktur der DNA • Hypothesengeleitete Auswertung des MESELSON-STAHN-Experimentes zur Erklärung des Replikationsmechanismus und Erläuterung der experimentellen Vorgehensweise • Erklärung der Eigenschaften und Funktionen ausgewählter Enzyme (DNA-Polymerase, DNA-Ligase) für die Prozesse in der Zelle z. B. anhand eines Erklärvideos • Erläuterung des Energiebedarfs bei der DNA-Replikation etwa aufgrund der Desoxynukleosid-Triphosphate als Bausteine für die DNA-Polymerase (Bezug zum Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung) <i>Kontext:</i> Modellorganismus Bakterium: Erforschung der Proteinbiosynthese an Prokaryoten <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau von Proteinen (→ EF) und Erarbeitung des Problems der Codierung bzw. Decodierung von Informationen auf DNA-Ebene, RNA-Ebene und Proteinebene (Bezug zum Basiskonzept Information und Kommunikation und auch Struktur und Funktion) • Erstellung eines Fließschemas zum grundsätzlichen Ablauf der Proteinbiosynthese (→ SI) unter Berücksichtigung der DNA-, RNA-, Polypeptid- und Proteinebene zur Strukturierung der Informationen • Erläuterung des Ablaufs der Transkription z. B. anhand einer Animation (Eigenschaften und Funktionen der RNA-Polymerase, Erkennen der Transkriptionsrichtung) unter Anwendung der Fachsprache • Erläuterung des Vorgangs der Translation ausgehend von unterschiedlichen modellhaften Darstellungen und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modelle unter Berücksichtigung gemeinsam formulierter Kriterien • Erarbeitung der Eigenschaften des genetischen Codes und Anwendung der Codesonne unter Rückbezug auf das erstellte Fließschema • Berücksichtigung des Energiebedarfs der Proteinbiosynthese (Bezug zum Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung) • Begründung der Verwendung des Begriffs Genprodukt anhand der Gene für

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen bei der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten? (ca. 5 Ustd.) Wie können sich Veränderungen der DNA auf die Genprodukte und den Phänotyp auswirken? (ca. 5 Ustd.) • Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Genmutationen Wie wird die Genak-	• erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8).		tRNA und rRNA <i>Kontext:</i> Transkription und Translation bei Eukaryoten <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Aktivierung von Vorwissen zu Kompartimentierung und Organellen (→ EF) und Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zum Ablauf der Proteinbiosynthese bei Eukaryoten • Erläuterung modellhafter Darstellungen der Genstruktur (Exons/Introns), Prozessierung der prä-mRNA zur reifen mRNA sowie alternatives Spleißen, posttranslationale Modifikation • Erstellung einer kriteriengeleiteten Tabelle zum Vergleich der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten • Reflexion der größeren Komplexität der Prozesse bei eukaryotischen Zellen im Zusammenhang mit der Kompartimentierung sowie der Differenzierung von Zellen und Geweben (Basiskonzept Struktur und Funktion, Stoff- und Energieumwandlung) <i>Kontext:</i> Resistenzen bei Eukaryoten (z. B. Herzglykosid-Resistenz beim Monarchfalter) [5] <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Aktivierung von Vorwissen zu Genommutationen, Chromosomenmutationen (→ Sek I, → EF) • Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zur Ursache der Resistenz unter Berücksichtigung der verschiedenen Systemebenen (molekulare Ebene bis Ebene des Organismus) • Ableitung der verschiedenen Typen von Genmutationen unter Berücksichtigung der molekularen Ebenen (DNA, RNA, Protein) sowie der phänotypischen Auswirkungen auf Ebene der Zelle bzw. des Organismus (Einbezug der Basiskonzepte Struktur und Funktion und Information und Kommunikation) • Reflexion der Ursache-Wirkungsbeziehungen unter sprachsensiblen Umgang mit funktionalen und kausalen Erklärungen • Alternativer Kontext: Antibiotika-Resistenz bei Bakterien <i>Kontext:</i>

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Leitfrage: Aktivität bei Eukaryoten gesteuert? <i>(ca. 7 Ustd.)</i> Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung	Aktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren und DNA-Methylierung (S2, S6, E9, K2, K11).		Körperzellen: gleiches Erbgut – unterschiedliche Differenzierung <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> - Erkennen der unterschiedlichen Protein- und RNA-Ausstattung verschiedener menschlicher Zelltypen und Begründung der Phänomene durch zellspezifische Regulation der Genaktivität - Erläuterung der Bedeutung von allgemeinen und spezifischen Transkriptionsfaktoren für die Transkriptionsrate und der zellspezifischen Reaktion auf extrazelluläre Signale wie etwa Myostatin zur Regulation des Muskelwachstums (Basiskonzept Steuerung und Regelung) - Erstellung von Modellen zur Bedeutung epigenetischer Marker (DNA-Methylierung) und kriteriengeleitete Diskussion der Modellierungen - Reflexion des Zusammenspiels der verschiedenen Ebenen der Genregulation bei Eukaryoten unter Bezügen zu den Basiskonzepten Stoff- und Energieumwandlung sowie Steuerung und Regelung

UV GK-G2: Humangenetik und Gentherapie Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf: ca. 8 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	Fachschaftsinterne Absprachen
Inhaltliche Schwerpunkte: Molekulargenetische Grundlagen des Lebens Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: - Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) - Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) - Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Information und Kommunikation: - Codierung und Decodierung von Information bei der Proteinbiosynthese Steuerung und Regelung: - Prinzip der Homöostase bei der Regulation der Genaktivität

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Welche Bedeutung haben Familienstammbäume für die genetische Beratung betroffener Familien? (ca. 4 Ustd.) Welche ethischen Konflikte treten im Zusammenhang mit gentherapeutischen Behandlungen beim Menschen auf? (ca. 4 Ustd.) Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie	- analysieren Familienstammbäume und leiten daraus mögliche Konsequenzen für Gentest und Beratung ab (S4, E3, E11, E15, K14, B8). - bewerten Nutzen und Risiken einer Gentherapie beim Menschen (S1, K14, B3, B7–9, B11).		<i>Kontext:</i> Ablauf einer Familienberatung bei genetisch bedingten Erkrankungen <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> - Aktivierung von Vorwissen zur Analyse verschiedener Erbgänge anhand des Ausschlussverfahrens (→ EF) - Reflexion der gewonnenen Erkenntnisse und Begründung der Anwendung von Gentests zur Verifizierung der Ergebnisse - Entwicklung von Handlungsoptionen im Beratungsprozess und Abwägen der Konsequenzen für die Betroffenen - ggf. Einsatz ergänzender Materialien zu genetischer Beratung <i>Kontext:</i> Monogene Erbkrankheiten (z. B. Mukoviszidose) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> - Beschreibung der Unterschiede zwischen somatischer Gentherapie und Keimbahntherapie beim Menschen bei Unterscheidung deskriptiver und normativer Aussagen - Ableitung von Nutzen und Risiken bei somatischer Gentherapie und Keimbahntherapie für Individuum und Gesellschaft, Aufstellen von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen - Reflexion des Bewertungsprozesses aus persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Perspektive

UV GK E1: Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf: ca. 13 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	Fachschaftsinterne Absprachen • ggf. Zoobesuch
Inhaltliche Schwerpunkte: Entstehung und Entwicklung des Lebens Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: • Biologische Sachverhalte betrachten (S) • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Informationen aufbereiten (K)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Individuelle und evolutive Entwicklung: • Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Wie lassen sich Veränderungen im Genpool von Populationen erklären? (ca. 5 Ustd.) • Synthetische Evolutionstheorie: Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift	• begründen die Veränderungen im Genpool einer Population mit der Wirkung der Evolutionsfaktoren (S2, S5, S6, K7).		Kontext: Schnabelgrößen bei Populationen von Vögeln (z. B. beim Mittleren Grundfink oder Purpurastrilden) zentrale Unterrichtssituationen: • Formulierung von Fragen zur Entwicklung der Merkmalsverteilung bei den Schnabelgrößen und Ableitung von Hypothesen zu den möglichen Ursachen • Erklärung der Variation durch Mutation und Rekombination und der Verschiebung der Merkmalsverteilung in der Population durch Selektion • Analyse der Bedeutung von Zufallsereignissen wie Gendrift und ihrem Einfluss auf die Allelenvielfalt von Populationen • Erläuterung der Zusammenhänge zwischen den Veränderungen von Merkmalsverteilungen auf phänotypischer Ebene und den Verschiebungen von Allelfrequenzen auf genetischer Ebene unter Berücksichtigung ultimer und proximaler Ursachen und der Vermeidung finaler Begründungen
Welche Bedeutung hat die reproduktive	• erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven		Kontext:

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Fitness für die Entwicklung von Anpasstheiten? (ca. 2 Ustd.) Wie kann die Entwicklung von angepassten Verhaltensweisen erklärt werden? (ca. 2 Ustd.) • Synthetische Evolutionstheorie: adaptiver Wert von Verhalten, Kosten-Nutzen-Analyse, reproduktive Fitness Wie lässt sich die Entstehung von Sexualdimorphismus erklären? (ca. 2 Ustd.) Welche Prozesse laufen bei der Koevolution ab? (ca. 2 Ustd.) • Synthetische Evolutionstheorie:	Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8). • erläutern die Anpasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8).		Abtransport leerer Eierschalen in Lachmöwenkolonien (TINBERGEN-Experiment) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Formulierung von Fragen zur Entwicklung des Verhaltens in Lachmöwen-Kolonien und Ableitung von Hypothesen unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse • Erläuterung des adaptiven Wertes von Verhalten unter Einbezug der reproduktiven Fitness und Berücksichtigung der Umweltbedingungen. Berücksichtigung proximaler und ultimativer Ursachen und Vermeidung finaler Begründungen • Reflexion der verwendeten Fachsprache im Hinblick auf die Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen <i>Kontext:</i> Rothirsch-Geweih und Pfauenrad <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zum Sexualdimorphismus • Erläuterung der intrasexuellen und intersexuellen Selektion mithilfe einer Kosten-Nutzen-Analyse sowie der reproduktiven Fitness unter Vermeidung finaler Begründungen • Reflexion der Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen sowie der Berücksichtigung ultimativer und proximaler Ursachen <i>Kontext:</i> Orchideen-Schwärmer und Stern von Madagaskar (Bestäuber-Blüte-Koevolution) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Anwendung der Synthetischen Evolutionstheorie auf das System Bestäuber-Blüte unter Berücksichtigung der jeweiligen Selektionsvorteile und Selektionsnachteile für die beiden Arten sowie Vermeidung finaler Begründungen

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Koevolution			- Ableitung einer Definition für Koevolution und Erläuterung verschiedener koevolutiver Beziehungen unter Berücksichtigung ultimer und proximaler Ursachen und Vermeidung finaler Aussagen - Zusammenfassung der Erklärungsansätze für evolutive Prozesse auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung der Fachsprache

UV GK-E2: Stammbäume und Verwandtschaft Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten		Fachschaftsinterne Absprachen	
Inhaltliche Schwerpunkte: Entstehung und Entwicklung des Lebens Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: - Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) - Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E) - Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) - Informationen aufbereiten (K)		Beiträge zu den Basiskonzepten: Individuelle und evolutive Entwicklung: Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels	

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen?	erklären Prozesse des Artwandels und der Artbildung mithilfe der Synthetischen Evolutionstheorie (S4, S6, S7, E12, K6, K7)		<i>Kontext:</i> Vielfalt der Finken auf den Galapagos-Inseln <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i>

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
(ca. 4 Ustd.) Stammbäume und Verwandtschaft: Artbildung, Biodiversität, populationsgenetischer Artbegriff, Isolation			- Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zur Evolution der Darwin-Finken unter Verwendung der Fachsprache - Erläuterung der adaptiven Radiation der Finkenarten auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung des Konzepts der ökologischen Nische sowie der Vernetzung verschiedener Systemebenen - Ableitung des morphologischen, biologischen und populationsgenetischen Artbegriffs und Anwendung auf Prozesse der allopatrischen und sympatrischen Artbildung - Erläuterung der Bedeutung prä- und postzygotischer Isolationsmechanismen - Reflexion der ultimat und proximat Ursachen für Artwandel und Artbildung und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der genutzten Modelle
Welche molekularen Merkmale deuten auf eine phylogenetische Verwandtschaft hin? (ca. 3 Ustd.) molekularbiologische Homologien, ursprüngliche und abgeleitete Merkmale Wie lässt sich die phylogenetische Verwandtschaft auf verschiedenen Ebenen ermitteln, darstellen und analysieren? (ca. 4 Ustd.)	- deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8). - analysieren phylogenetische Stammbäume im Hinblick auf die Verwandtschaft von Lebewesen und die Evolution von Genen (S4, E2, E10, E12, K9, K11).		<i>Kontext:</i> Universalhomologien und genetische Variabilität – ein Widerspruch? <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> - Ableitung der molekularen Ähnlichkeiten aller Lebewesen auf DNA-, RNA- und Proteinebene sowie in Bezug auf grundsätzliche Übereinstimmungen bei der Proteinbiosynthese - Deutung molekularbiologischer Homologien bei konservierten Genen einerseits und sehr variablen Genen andererseits bei Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen - Ableitung phylogenetischer Verwandtschaften auf Basis des Sparsamkeitsprinzips und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen <i>Kontext:</i> Ein ausgestorbenes Säugetier mit ungewöhnlichen Merkmalen: Macrauchenia <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> - Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zur Verwandtschaft von Macrauchenia mit rezenten Wirbeltieren bzw. Huftieren auf der Basis morphologischer Vergleiche - Deutung der molekularen Ähnlichkeiten des Kollagens und Analyse des phylogenetischen Stammbaums unter Berücksichtigung möglicher Fehlerquellen

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Wie lassen sich konvergente Entwicklungen erkennen? (ca. 3 Ustd.) Wie lässt sich die Synthetische Evolutionstheorie von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen abgrenzen? (ca. 2 Ustd.) Synthetische Evolutionstheorie: Abgrenzung von	- deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8). - begründen die Abgrenzung der Synthetischen Evolutionstheorie gegen nicht-naturwissenschaftliche Positionen und nehmen zu diesen Stellung (E15–E17, K4, K13, B1, B2, B5).		- Erläuterung der Verwendung morphologischer und molekularer Daten zur Erstellung von Stammbäumen und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen <i>Kontext:</i> Vielfalt einer Genfamilie (z. B. Hämoglobin-Gene) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> - Darstellung der molekularen Ähnlichkeiten auf DNA- und Proteinebene - Erklärung der Entstehung einer Genfamilie ausgehend von Genduplikationen und unabhängiger Entwicklung der einzelnen Genvarianten - Diskussion der Evolution von Genfamilien anhand von Gen-Stammbäumen und Abgrenzung zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen <i>Kontext:</i> Wiederholt sich die Evolution? – Unabhängige Mutationen (z. B. in Myoglobin-Genen) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> - Deutung der Übereinstimmungen im Hinblick auf die phylogenetische Verwandtschaft von Arten auf der einen Seite und den unabhängig voneinander entstandenen Mutationen auf der anderen Seite - Reflexion des Phänomens konvergenter Entwicklungen unter Einbezug der Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels (Basiskonzept Individuelle und evolutive Entwicklung) <i>Kontext:</i> Intelligent Design – eine Pseudowissenschaft <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> - Erläuterung der Merkmale naturwissenschaftlicher Theorien unter Berücksichtigung der Evidenzbasierung sowie Begründung der Einordnung des Intelligent Design als Pseudowissenschaft - Reflexion der verschiedenen Betrachtungsweisen evolutiver Prozesse durch Religion, Philosophie und Naturwissenschaften unter Berücksichtigung der Intentionen der jeweiligen Quellen

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen			

Q1 Leistungskurs

UV LK-N1: Erregungsentstehung und Erregungsleitung an einem Neuron Inhaltsfeld 2: Neurobiologie Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlagen der Informationsverarbeitung, Fachliche Verfahren: Potenzialmessungen, neurophysiologische Verfahren Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)	Fachschaftsinterne Absprachen Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: • Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Transmitter und Rezeptorprotein Stoff- und Energieumwandlung: • Energiebedarf des neuronalen Systems Steuerung und Regelung: • Positive Rückkopplung bei der Entstehung von Aktionspotenzialen Individuelle und evolutive Entwicklung: • Zelldifferenzierung am Beispiel der Myelinisierung von Axonen bei Wirbeltieren
--	--

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Wie ermöglicht die Struktur eines Neurons	• erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur		<i>Kontext:</i> Das Neuron: Die spezialisierte Grundeinheit aller Nervensysteme

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
die Aufnahme und Weitergabe von Informationen? (ca. 12 Ustd.) - Bau und Funktionen von Nervenzellen: Ruhepotenzial - Bau und Funktionen von Nerven-zellen: Aktionspotenzial - neurophysiologische Verfahren, Potenzialmessungen	und Funktion (S3, E12). - entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Aufrechterhaltung und Beeinflussung des Ruhepotenzials (S4, E3). - erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge und stellen die Anwendung eines zugehörigen neurophysiologischen Verfahrens dar (S3, E14).		<i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> - Vorstellung der strukturellen Merkmale einer Nervenzelle im Gegensatz zu den bisher bekannten Zelltypen (→ EF), hinsichtlich der Gliederung in Dendriten, Soma, Axon - Darstellung des Zusammenhangs von Struktur und Funktion - Aufzeigen der Möglichkeiten und Grenzen eines Neuron-Modells, z. B. durch den Vergleich einer schematischen Abbildung mit Realaufnahmen von Nervenzellen <i>Kontext:</i> Nervenzellen unter Spannung: Die Iontentheorie des Ruhepotenzials <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> - 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]) <i>Kontext:</i> Neuronen in Aktion: schnelle und zielgerichtete Informationsweiterleitung <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> - ggf. Einstieg: Reaktionstest mit Lineal - Erläuterung der Veränderungen der Ionenverteilung an der Membran beim Wechsel vom Ruhe- zum Aktionspotenzial, Phasen des Aktionspotenzials, korrekte Verwendung der Fachsprache - Beschreibung einer Versuchsanordnung zur Untersuchung von Potenzialänderungen an Neuronen - begründete Zuordnung von molekularen Vorgängen an der Axonmembran

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Bau und Funktionen von Nervenzellen: Erregungsleitung	vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an (S6, E1–3).		zu den passenden Kurven-Diagrammen (Potenzialmessung) - Auswertung eines Experiments zur Erforschung oder Beeinflussung des Aktionspotenzials, z. B. durch Blockade der spannungsgesteuerten Ionenkanäle - ggf. Vertiefung der Kenntnisse zur Informationsweiterleitung durch Bearbeitung der IQB-Aufgabe Schmerzen <i>Kontext:</i> Vergleich von sofortigem und langsam einsetzendem Schmerz <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> - Beschreibung des Phänomens der unterschiedlich schnellen Schmerzwahrnehmung, Aufstellen einer Forschungsfrage und Hypothesenbildung - modellgestützte Erarbeitung der beiden Erregungsleitungstypen und tabellarische Gegenüberstellung von schnellen Aδ-Fasern und langsameren C-Fasern - Erarbeitung der zwei grundsätzlichen Möglichkeiten einer Steigerung der Weiterleitungsgeschwindigkeit, z. B. anhand einer Datentabelle: Erhöhung des Axondurchmessers (Bsp. <i>Loligo vulgaris</i>) oder Myelinisierung - fakultativ: Ableitung ultimativer Ursachen für schnelle und langsame Erregungsleitung bei Wirbeltieren
Wie kann eine Störung des neuronalen Systems die Informationsweitergabe beeinflussen? (ca. 2 Ustd.) Störungen des neuronalen Systems	analysieren die Folgen einer neuronalen Störung aus individueller und gesellschaftlicher Perspektive (S3, K1–4, B2, B6).		<i>Kontext:</i> Multiple Sklerose als Beispiel für eine neurodegenerative Erkrankung <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> - Erarbeitung des Krankheitsbildes: Autoimmunerkrankung, bei der die Myelinscheiden im ZNS zerstört werden - Analyse der Folgen einer neurodegenerativen Erkrankung für Individuum und Gesellschaft (B2, B6)
Wie werden Reize aufgenommen und zu Signalen umgewandelt?	erläutern das Prinzip der Signaltransduktion bei primären und sekundären Sinneszellen (S2, K6, K10).		<i>Kontext:</i> „Das sieht aber lecker aus!“ – Sinneszellen und ihre adäquaten Reize

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
(ca. 4 Ustd.) Bau und Funktionen von Nervenzellen: primäre und sekundäre Sinneszelle, Rezeptorpotenzial			<i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> - Sensibilisierung für die biologischen Voraussetzungen einer Reizaufnahme und die damit verbundenen Einschränkungen der Wahrnehmung - 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

UV LK-N2: Informationsweitergabe über Zellgrenzen Inhaltsfeld 2: Neurobiologie Zeitbedarf: ca. 14 Unterrichtsstunden à 45 Minuten		Fachschaftsinterne Absprachen Erstellung von Erklärfilmen zur Synapse	
Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlagen der Informationsverarbeitung, Neuronale Plastizität Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: - Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) - Informationen aufbereiten (K) - Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)		Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: - Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Transmitter und Rezeptorprotein Stoff- und Energieumwandlung: - Energiebedarf des neuronalen Systems Information und Kommunikation: - Codierung und Decodierung von Information an Synapsen	

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Wie erfolgt die Erregungsleitung vom Neuron zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese beeinflusst werden? (ca. 8 Ustd.) • Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse	• erklären die Erregungsübertragung an einer Synapse und erläutern die Auswirkungen exogener Substanzen (S1, S6, E12, K9, B1, B6). • erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge und stellen die Anwendung eines zugehörigen neurophysiologischen Verfahrens dar (S3, E14).		Kontext: Funktionsweise von Synapsen und deren Beeinflussung (z. B. durch Botox) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Modellhafte Darstellung der Funktionsweise einer erregenden chemischen Synapse (z. B. cholinerge Synapse) • Vertiefung der Funktion einer neuromuskulären Synapse durch Erarbeitung der Einwirkung von z. B. Botox, Berücksichtigung von Messwerten an einer unbehandelten und behandelten Synapse <i>Kontext:</i> Warum hilft Kratzen gegen Juckreiz? <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i>

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
• Verrechnung: Funktion einer hemmenden Synapse, räumliche und zeitliche Summation • Stoffeinwirkung an Synapsen	• erläutern die Bedeutung der Verrechnung von Potenzialen für die Erregungsleitung (S2, K11). • nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9).		• Vergleich von erregender und hemmender Synapse sowie Verrechnung von EPSP und IPSP (z. B. anhand des Modells einer Glühlampe, die abhängig vom Füllstand der leitenden Flüssigkeit leuchtet) • Auswertung von Potenzialdarstellungen hinsichtlich der Verrechnung von Potenzialen • Anwendung der Hemmung am Beispiel der Linderung des Juckreizes durch Kratzen • ggf. Einsatz der Lernaufgabe „Giftcocktail von Meeresschnecken“ zur Vertiefung der Stoffeinwirkung an Synapsen <i>Kontext:</i> Schmerzlinderung durch Cannabis – eine kritische Abwägung <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Vorstellung der Wirkungsweise von Cannabis. Hinweis: Da die konkretisierte Kompetenzerwartung vorwiegend dem Kompetenzbereich Bewertung zugeordnet ist, soll auf eine detaillierte Darstellung der molekularen Wirkungsweise von Cannabis verzichtet werden. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellungnahme. • Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können
Wie kann Lernen auf neuronaler Ebene erklärt werden? (ca. 4 Ustd.) • Zelluläre Prozesse des Lernens	• erläutern die synaptische Plastizität auf der zellulären Ebene und leiten ihre Bedeutung für den Prozess des Lernens ab (S2, S6, E12, K1).		<i>Kontext:</i> Lernen verändert das Gehirn <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Erarbeitung der synaptischen Plastizität auf zellulärer Ebene als aktivitätsabhängige Änderung der Stärke der synaptischen Übertragung (S6, E12, K1) • Erläuterung der Modellvorstellung vom Lernen durch Plastizität des neuronalen Netzwerks (Bahnung) und Ableitung von Strategien für den eigenen Lernprozess: Strukturierung und Kontextualisierung, Wiederholung, Nutzung verschiedener Eingangskanäle (multisensorisch, v.a. Visualisierung), Belohnung

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
			• ggf. Planung und Durchführung von Lernexperimenten (Zusammenhang zwischen Wiederholung und Lernerfolg, Einfluss von Ablenkung auf erfolgreiches Lernen) • ggf. Analyse der eigenen Einstellung zum Lernen bzw. zum Lerngegenstand, hier auch kritische Reflexion von geschlechterspezifischen Stereotypen möglich
Wie wirken neuronales System und Hormonsystem bei der Stressreaktion zusammen? (ca. 2 Ustd.) • Hormone: Hormonwirkung, Verschränkung hormoneller und neuronaler Steuerung	• beschreiben die Verschränkung von hormoneller und neuronaler Steuerung am Beispiel der Stressreaktion (S2, S6).		<i>Kontext:</i> Körperliche Reaktionen auf Schulstress <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • 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 • ggf. Vertiefung durch Recherche der Bedeutung von Eustress oder der Bedeutung von Entspannungsphasen z. B. in Prüfungszeiten

UV LK-S1: Energieumwandlung in lebenden Systemen Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie Zeitbedarf: ca. 6 Unterrichtsstunden à 45 Minuten		
Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)		Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: • Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse zeitgleich in einer Zelle. Stoff- und Energieumwandlung: • Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Wie wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in nutzbare Energie um? (ca. 6 Ustd) • Energieumwandlung • Energieentwertung • Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel • ATP-ADP-System • Stofftransport zwischen den Kompartimenten • Chemiosmotische ATP-Bildung	• vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten 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) • Erarbeitung der Funktionsweise des Transmembranproteins ATP-Synthase in lebenden Systemen • Übertragung der Modellvorstellung des Pumpspeicherkraftwerkes auf die Zelle: Die elektrische Energie entspricht der chemischen Energie des ATP. Die Turbine entspricht der ATP-Synthase. Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen von Modellen (E12) • Vernetzung und Ausblick: Benennung der Mitochondrien und Chloroplasten als Orte der membranbasierten Energieumwandlung in eukaryotischen Zellen. Aufstellen von Vermutungen zur Energiequelle für die Aufrechterhaltung des Protonengradienten in Chloroplasten (Lichtenergie) und Mitochondrien (chemische Energie aus der Oxidation von Nährstoffen)

UV LK-S2: Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	
Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Informationen erschließen (K) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: • Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse zeitgleich in einer Zelle. Stoff- und Energieumwandlung: • Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen Steuerung und Regelung: • Negative Rückkopplung in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Wie kann die Zelle durch den schrittweisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen? (ca. 8 Ustd) • Feinbau Mitochondrium • Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäurezyk-	• stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben und anaeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9), • vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11).		<i>Kontext:</i> Keine Power ohne Nahrung – Bei heterotrophen Organismen ist die ATP-Synthese an die Oxidation von Nährstoffmolekülen gekoppelt [1] <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Reaktivierung des Vorwissens zum Feinbau von Mitochondrien und Skizze eines Schaubildes mit den wesentlichen Schritten der Zellatmung und deren Verortung in Zellkompartimenten. Sukzessive Ergänzung des Schaubildes im Verlauf des Unterrichts (K9) • Beschreibung der Glykolyse als ersten Schritt des Glucoseabbaus, dabei Fokussierung auf die Entstehung von Energie- und Reduktionsäquivalenten sowie die Oxidation zu Pyruvat als Endprodukt der Glykolyse • Beschreibung des oxidativen Abbaus von Pyruvat zu Kohlenstoffdioxid in den Mitochondrien durch oxidative Decarboxylierung und die Prozesse im Tricarbonsäurezyklus, dabei Fokussierung auf die Reaktionen, in denen Reduktionsäquivalente und ATP gebildet werden • Aufstellung einer Gesamtbilanz aus den ersten drei Schritten und Abgleich mit der

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
lus und Atmungskette • Energetisches Modell der Atmungskette • Redoxreaktionen Welche Bedeutung haben Gärungsprozesse für die Energiegewinnung? (ca. 2 Ustd.) • Alkoholische Gärung und Milchsäuregärung	• stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben und anaeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9),		Bruttogleichung der Zellatmung Hinweis: Strukturformeln der Zwischenprodukte müssen nicht reproduziert werden können. <i>Kontext:</i> Knallgasreaktion in den Mitochondrien? <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Demonstration der stark exergonischen Knallgasreaktion (ggf. Video) und Aufstellung der Reaktionsgleichung, Hypothesenbildung zum Ablauf der analogen Reaktion in den Mitochondrien • Vertiefung des Feinbaus von Mitochondrien bezüglich der Proteinausstattung der inneren Mitochondrienmembran • Veranschaulichung der Redoxreaktionen und des Gefälles der Redoxpotenziale in einem energetischen Modell der Atmungskette (E12) • Analyse der Bedeutung der Verfügbarkeit von Sauerstoff als Endakzeptor der Elektronen und $\text{NADH} + \text{H}^+$ als Elektronendonator zur Aufrechterhaltung des Protonengradienten • Vervollständigung des Schaubilds und Aufstellen einer Gesamtbilanz der Zellatmung (K9) • fakultative Vertiefung weiterer kataboler Reaktionswege, die für den Energiestoffwechsel relevant sind: Oxidation anderer Nährstoffe sowie Abbau eigener Körpersubstanz, Tricarbonsäurezyklus als Stoffwechseldrehscheibe <i>Kontext:</i> PASTEUR-Effekt: Höherer Glucoseverbrauch von Hefezellen unter anaeroben Bedingungen <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Problematisierung der Auswirkungen von Sauerstoffmangel auf die Glykolyse: Regeneration des NAD^+ bleibt aus (fehlender Endakzeptor für Elektronen in der Atmungskette) • Erläuterung der Stoffwechselreaktionen der alkoholischen Gärung und Milchsäuregärung und deren Bedeutung für die Regeneration von NAD^+ • Verwendung geeigneter Darstellungsformen für den stofflichen und energetischen Vergleich der behandelten Stoffwechselwege (K9) • ggf. Vertiefung: Vergleich der Prozesse bei fakultativen und obligaten Anaerobiern

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Wie beeinflussen Nahrungsergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel? (ca. 6 Ustd.) • Stoffwechselregulation auf Enzymebene	• erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels (S7, E1–4, E11, E12), • nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1–4, B5, B7, B9)		<i>Kontext:</i> Mikronährstoffpräparate beim Sport – Lifestyle oder notwendige Ergänzung? <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Reaktivierung des Vorwissens zu enzymatischen Reaktionen und der Enzymregulation durch Aktivatoren und Inhibitoren (→EF) • Anwendung des Konzepts der enzymatischen Regulation auf ausgewählte enzymatische Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels (z.B. Feedbackhemmung der Phosphofructokinase) (E12) • Reaktivierung der Kenntnisse zu Cofaktoren am Beispiel von Mineralstoff- oder Vitaminpräparaten als Nahrungsergänzungsmittel (NEM) • angeleitete Recherche zu NEM beim Sport, hierbei besondere Fokussierung auf Quellenherkunft und Intention der Autoren (K4) • Bewertungsprozess: Abwägung von Handlungsoptionen und kriteriengeleitete Meinungsbildung sowie Entscheidungsfindung (B9)

UV LK-S3: Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden à 45 Minuten Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel, Fachliche Verfahren: Chromatografie, Tracer-Methode Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: • Biologische Sachverhalte betrachten (S) • Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E) • Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) • Informationen aufbereiten (K)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Stoff- und Energieumwandlung: • Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen Individuelle und evolutive Entwicklung: • Zelldifferenzierung bei C₃- und C₄-Pflanzen
--	--

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von Pflanzen abhängig? (ca. 4 Ustd.) • Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren	• analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11),		Kontext: Solarenergie sichert unsere Ernährung – Pflanzen sind Selbstversorger und Primärproduzenten Zentrale Unterrichtssituationen: • Reaktivierung der Bruttogleichung der Fotosynthese (→ SI) und Beschreibung der Stärke- und Sauerstoffproduktion als ein Maß für die Fotosyntheseaktivität • Messung der Sauerstoffproduktion bei der Wasserpest, z. B. mithilfe einer Farbreaktion oder bei Efeu, dabei Variation der äußeren Faktoren und Berücksichtigung der Variablenkontrolle (E6) • Auswertung der Ergebnisse, Abgleich mit Literaturwerten und Rückbezug auf Hypothesen (E 9-11)

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Welche Blattstrukturen sind für die Fotosynthese von Bedeutung? (ca. 4 Ustd.) • Funktionale Anpasstheiten: Blatt-aufbau	• erklären funktionale Anpasstheiten an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4, S5, S6, E3, K6–8),		<i>Kontext:</i> Stärkenachweis in panaschierten Blättern – Die Fotosynthese findet nur in grünen Pflanzenteilen statt <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> • 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 Hypodermisbildung zur Regulation des Gasaustausches und der Transpiration durch Schließzellen • Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zu Anpasstheiten von Sonnen- und Schattenblättern (E3), Auswertung von Daten zur Fotosyntheserate • ggf. Korrektur finaler Erklärungen der Anpasstheiten (K7)
Welche Funktionen haben Fotosynthesepigmente? (ca. 4 Ustd.) • Funktionale Anpasstheiten: Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, Lichtsammelkomplex, Feinbau Chloroplast • Chromatografie	• erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13),		<i>Kontext:</i> Der ENGELMANN-Versuch – Die Fotosyntheseleistung ist abhängig von der Wellenlänge des Lichts <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Auswertung des ENGELMANN-Versuchs und Erklärung des ungleichmäßigen Bakterienwachstums entlang der fädigen Alge • Herstellen eines Zusammenhangs zwischen dem Absorptionsspektrum einer Rohchlorophylllösung und dem Wirkungsspektrum der Fotosynthese • Sachgemäße Durchführung der DC-Chromatografie und Identifikation der Pigmente (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)

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Wie erfolgt die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie? (ca. 12 Ustd.) • 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	• vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11). • erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der Fotosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht (S2, S7, E2, K9), • werten durch die Anwendung von Tracermethoden erhaltene Befunde zum Ablauf mehrstufiger Reaktionswege aus (S2, E9, E10, E15).		<i>Kontext:</i> Chloroplasten als Lichtwandler – Wie erfolgt die Synthese von Glucose mit Hilfe von Sonnenlicht? <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> • 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) • 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)

UV LK-S4: Fotosynthese – natürliche und anthropogene Prozessoptimierung Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie Zeitbedarf: ca. 8 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	
Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) • Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Stoff- und Energieumwandlung: • Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen Individuelle und evolutive Entwicklung: • Zelldifferenzierung bei C₃- und C₄-Pflanzen

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Welche morphologischen und physiologischen Anpassheiten ermöglichen eine effektive Fotosynthese an heißen und trockenen Standorten? (ca. 4 Ustd.) • Funktionale Anpassheiten: Blattaufbau • C₄-Pflanzen • Stofftransport zwischen Kompartimenten Inwiefern können die Erkenntnisse aus der Fotosyntheseforschung zur Lösung der weltweiten CO₂-Problematik beitragen? (ca. 4 Ustd.) • Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen	• vergleichen die Sekundärvorgänge bei C₃- und C₄- Pflanzen und erklären diese mit der Anpasstheit an unterschiedliche Standortfaktoren (S1, S5, S7, K7), • beurteilen und bewerten multiperspektivisch Zielsetzungen einer biotechnologisch optimierten Fotosynthese im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung (E17, K2, K13, B2, B7, B12)		<i>Kontext:</i> Verhungern oder Verdursten? – Anpassheiten bei Mais und Hirse <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Erläuterung der Standortfaktoren von C₄-Pflanzen, Hypothesenbildung zu Anpassheiten, auch unter Berücksichtigung der höheren FS-Leistung • Identifizierung der anatomischen Unterschiede im schematischen Blattquerschnitt von C₃- und C₄-Pflanzen und Beschreibung der physiologischen Unterschiede • Erläuterung der höheren Fotosyntheseleistung der C₄-Pflanzen an warmen, trockenen Standorten, dabei Fokussierung auf die unterschiedliche CO₂-Affinität der Enzyme PEP-Carboxylase und Rubisco • fakultativ: Vergleich verschiedener Fotosyntheseformen inklusive CAM <i>Kontext:</i> Künstliche Fotosynthese – eine Maßnahme gegen den Klimawandel? <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> • angeleitete Recherche zu einem Entwicklungsprozess der künstlichen Fotosynthese mit den Zielen der Fixierung überschüssigen Kohlenstoffdioxids und der Produktion nachhaltiger Rohstoffe (K2) • Reflexion der Bedingungen und Eigenschaften biologischer Erkenntnisgewinnung (E17) • Diskussion des Sachverhalts „biotechnologisch optimierte Fotosynthese“, Erkennen unterschiedlicher Interessen und ethischer Fragestellungen (B2) • Aufstellen von wertebasierten Bewertungskriterien innerfachlicher und gesellschaftlicher/ wirtschaftlicher Art (B7) • Bewertung der Zielsetzungen aus ökologischer, ökonomischer, politischer und sozialer Perspektive (B12)

UV LK-Ö1: Anpasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	Fachschaftsinterne Absprachen: • Exkursion zu einer schulnahen Wiese
Inhaltliche Schwerpunkte: Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Fachliches Verfahren: Erfassung ökologischer Faktoren und quantitative und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E) • Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) • Informationen aufbereiten (K)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: • Kompartimentierung in Ökosystemebenen Steuerung und Regelung: • Positive und negative Rückkopplung ermöglichen Toleranz Individuelle und evolutive Entwicklung: • Anpasstheit an abiotische und biotische Faktoren

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Welche Forschungsgebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Ökologie? (ca. 3 Ustd.) • Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren	• erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem (S5-7, K8).		<i>Kontext:</i> Modellökosysteme, z. B. Flaschengarten <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Reaktivierung des Vorwissens zu zentralen Begriffen der Ökologie (→ SI) • Darstellung des Wirkungsgefüges von Umweltfaktoren, Lebensvorgängen und Wechselbeziehungen von Lebewesen im gewählten Modellökosystem mit Hilfe einer Concept Map • Präsentation der Zusammenhänge unter Berücksichtigung kausaler Erklärungen und der Vernetzung von Systemebenen (S5–7, K8) • Präsentation zentraler Fragestellungen und Forschungsgebiete der Ökologie, die bei der Untersuchung des Zusammenwirkens von abiotischen und biotischen Faktoren im Verlauf der Unterrichtsvorhaben zur Ökologie eine Rolle spielen (Advance Organizer)
Inwiefern bedingen abiotische Faktoren die Verbreitung von Lebewesen? (ca. 8 Ustd.) • Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven	• untersuchen auf der Grundlage von Daten die physiologische und ökologische Potenz von Lebewesen (S7, E1-3, E9, E13).		<i>Kontext:</i> Eine Frage der Perspektive – Für Wüstenspringmäuse ist die Wüste kein extremer Lebensraum. <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Herstellung eines Zusammenhangs zwischen einer langfristigen standortspezifischen Verfügbarkeit/ Intensität eines Umweltfaktors und den entsprechenden Anpassungen bei Tieren am Beispiel des Umweltfaktors Wasser (ggf. Reaktivierung des Vorwissens zu morphologischen und physiologischen Anpassungen bei Pflanzen → UV 3 Stoffwechselphysiologie) • Untersuchung der Temperaturpräferenz bei Wirbellosen • Interpretation von Toleranzkurven eurythermer und stenothermer Lebewesen (E9) • Erklärung der unterschiedlichen physiologischen Temperatortoleranz ausgewählter Lebewesen unter Berücksichtigung des Basiskonzepts Steuerung und

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Welche Auswirkungen hat die Konkurrenz um Ressourcen an realen Standorten auf die Verbreitung von Arten? (ca. 7 Ustd.) • Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz, • Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische Potenz • Ökologische Nische Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden? (ca. 4 Ustd.) + Exkursion	• 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). • 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		Regelung. Berücksichtigung der unterschiedlichen Toleranz für Überleben, Wachstum und Fortpflanzung • Erweiterung des Konzepts der physiologischen Toleranz durch die Analyse von Daten aus Mehrfaktorenexperimenten, kritische Betrachtung der Übertragbarkeit der in Laborversuchen gewonnenen Daten auf die Situation im Freiland (E13) • Beschreibung des Wirkungsgesetzes der Umweltfaktoren • Reflexion der Methodik und Schlussfolgerung, dass die Auswirkungen veränderter Umweltbedingungen aufgrund des komplexen Zusammenwirkens vieler Faktoren nur schwer vorhersagbar sind (E13) <i>Kontext:</i> Vergleich der Standortbedingungen für ausgewählte Arten in Mono- und Mischkultur <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Analyse von Langzeitdaten zur Abundanz verschiedener Arten in Mischkultur im Freiland und Vergleich der Standortfaktoren mit in Laborversuchen erhobenen Standortpräferenzen (E9, E17) • Erläuterung des Konkurrenzbegriffs am Beispiel der intra- und der interspezifischen Konkurrenz (S7) • Erklärung der ökologischen Potenz mit dem Zusammenwirken von physiologischer Toleranz und der Konkurrenzstärke um Ressourcen (K6–8) • Erläuterung des Konzepts der „ökologischen Nische“ als Wirkungsgefüge aller abiotischen und biotischen Faktoren, die das Überleben der Art ermöglichen (vertiefende Erarbeitung der Merkmale interspezifischer Beziehungen → UV 2 Ökologie) • Herausstellen der Mehrdimensionalität des Nischenmodells und ultimate Erklärung der Einnischung (K7,8) <i>Kontext:</i> Fettwiese oder Magerrasen? – Zeigerarten geben Aufschluss über den Zustand von Ökosystemen <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Exkursion im Schulumfeld, Bestimmung und quantitative Erfassung von Arten und Einführung in das Prinzip des Biomonitorings, z.B. anhand einer Flechtenkartierung oder der Ermittlung von Zeigerpflanzen (E4, E7–9) • Sensibilisierung für den Zusammenhang von Korrelation und Kausalität beim

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
- Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen, - Erfassung ökologischer Faktoren und quantitative und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal	Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14).		Biomonitoring (K8) und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses - Ableitung von Handlungsoptionen für das untersuchte Ökosystem (E15) - Internetrecherche zur ökologischen Problematik von intensiver Grünlandbewirtschaftung (Fettwiesen) und Begründung von Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen von heimischen, artenreichen Magerwiesen durch extensive Grünlandbewirtschaftung (K11–14)

UV LK-Ö2: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	
Inhaltliche Schwerpunkte: Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: - Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) - Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) - Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K) - Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: - Kompartimentierung in Ökosystemebenen Individuelle und evolutive Entwicklung: - Angepasstheit an abiotische und biotische Faktoren

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Welche grundlegenden Annahmen gibt es in der Ökologie über die Dynamik von Populationen? (ca. 6 Ustd.) • Idealisierte Populationsentwicklung: exponentielles und logistisches Wachstum • Fortpflanzungsstrategien: r- und K-Strategien	• interpretieren grafische Darstellungen der Populationsdynamik unter idealisierten und realen Bedingungen auch unter Berücksichtigung von Fortpflanzungsstrategien (S5, E9, E10, E12, K9).		<i>Kontext:</i> Sukzession – wie verändern sich die Populationsdichte und -zusammensetzung an Altindustriestandorten? <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Analyse der Bedingungen für exponentielles und logistisches Wachstum, Interpretation von grafischen Darstellungen unter idealisierten und realen Bedingungen (E9, E10) • Erläuterung von dichtebegrenzenden Faktoren • Recherche der charakteristischen Merkmale von r- und K- Strategen und Analyse von grafischen Darstellungen der charakteristischen Populationsdynamik (K9), Bezug zur veränderten Biozönose in Sukzessionsstadien (z. B. überwiegend r-Strategen auf einer Industriebrache) • Kritische Reflexion der im Unterricht verwendeten vereinfachten Annahmen zur Populationsökologie (E12)
In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar? (ca. 6 Ustd.) • Interspezifische Beziehungen: Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen	• analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6-K8).		<i>Kontext:</i> Gut vernetzt – Wechselwirkungen in Biozönosen <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Beschreibung der charakteristischen Merkmale von Konkurrenz (→ UV 1 Ökologie), Räuber-Beute-Beziehung, Parasitismus, Mutualismus und Symbiose an aussagekräftigen Beispielen. Ggf. Präsentationen zu Wechselwirkungen unter Berücksichtigung der Fachsprache und der Unterscheidung von funktionalen und kausalen Erklärungen (K6, K8) • Analyse der Anpasstheiten ausgewählter interagierender Arten auf morphologischer und physiologischer Ebene, z. B. bei Symbiose oder Parasitismus (K7) • Analyse von Daten zu Wechselwirkungen und Bildung von Hypothesen zur vorliegenden Beziehungsform, Reflexion der Datenerfassung (z. B. Diskrepanz zwischen Labor- und Freilandbedingungen, Methodik) (E9) • Interpretation grafischer Darstellungen von Räuber-Beute-Systemen und kritische Reflexion der Daten auch im Hinblick auf Bottom Up- oder Top Down-Kontrolle (E9)
Wie können Aspekte der Nachhaltigkeit im Ökosystemmanage-	• erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen		<i>Kontext:</i> Pestizideinsatz in der Landwirtschaft <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Analyse eines Fallbeispiels zur Schädlingsbekämpfung mit Pestizideinsatz unter

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
ment verankert werden? (ca. 6 Ustd.) • Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität • Hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt	nen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10). • analysieren Schwierigkeiten der Risikobewertung für hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt unter Berücksichtigung verschiedener Interessenslagen (E15, K10, K14, B1, B2, B5).		Berücksichtigung der kurzfristigen und langfristigen Populationsentwicklung des Schädlings • Erläuterung des Konflikts zwischen ökonomisch rentabler Umweltnutzung und Biodiversitätsschutz, z. B. anhand der intensiven Landwirtschaft und dem Einsatz von Pestiziden für den Pflanzenschutz • Bewertung von Handlungsoptionen im Sinne eines nachhaltigen Ökosystemmanagements und Diskussion von Handlungsoptionen als Privatverbraucher (K14) • Angeleitete Recherche (z. B. auf den Seiten des Umweltbundesamtes) zu den Auswirkungen hormonartig wirkender Pestizide auf Tiere und die Fruchtbarkeit des Menschen sowie der Anreicherung in Nahrungsketten (K10) • Nennung der Schwierigkeiten, die bei der Risikobewertung hormonartig wirkender Substanzen in der Umwelt auftreten und Diskussion der damit verbundenen Problematik eines Verbotsverfahrens (BfR Endokrine Disruptoren) (E15) • Analyse der Interessenslagen der involvierten Parteien (B1, B2)

UV LK-Ö3: Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten		
Inhaltliche Schwerpunkte: Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: • Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) • Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) • Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: • Kompartimentierung in Ökosystemebenen Stoff- und Energieumwandlung: • Stoffkreisläufe in Ökosystemen	

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften durch Energiefluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbindung? (ca. 5 Ustd.) Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz	analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5).		Kontext: Nahrungsbeziehungen und ökologischer Wirkungsgrad <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> - Reaktivierung der Kenntnisse zu Nahrungsnetzen und Trophieebenen (→ SI) anhand der Betrachtung eines komplexen Nahrungsnetzes, Fokussierung auf die Stabilität artenreicher Netze und Hypothesenbildung zur begrenzten Anzahl an Konsumentenordnungen (S4) - ggf. Analyse eines Fallbeispiels zur Entkopplung von Nahrungsketten durch die Erderwärmung - Erläuterung der Bedeutung der einzelnen Trophieebenen in Stoffkreisläufen (→ IF Stoffwechselphysiologie) - Interpretation der Unterschiede der Stoffspeicherung und des Stoffflusses in terrestrischen und aquatischen Systemen anhand von Biomassepyramiden und Produktionswertpyramiden (K5, E14) - Interpretation von grafischen Darstellungen zum Energiefluss in einem Ökosystem unter Berücksichtigung des ökologischen Wirkungsgrads der jeweiligen Trophieebene - Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der modellhaften Darstellungen (E12) - Anwendung der erworbenen Kenntnisse am Beispiel des Flächen- und Energiebedarfs für die Fleischproduktion auf Grundlage von Untersuchungsbefunden (E14) Kontext: Kohlenstoffkreislauf und Klimaschutz <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> - Darstellung der Austauschwege im Kohlenstoffkreislauf zwischen den Sphären der Erde (Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre, Biosphäre) und Identifikation von Kohlenstoffspeichern (K5) - Unterscheidung von langfristigem und kurzfristigem Kohlenstoffkreislauf und Erläuterung der Umweltschädlichkeit von fossilen Energiequellen in Bezug auf die Erderwärmung (E14) - Recherche zu Kippunkten (Tipping Points) des Klimawandels und Erläuterung eines Kippelements, z. B. Permafrostboden (K2)
Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant? (ca. 3 Ustd.) Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf			
Welchen Einfluss hat der Mensch auf	erläutern geografische, zeitliche und		Kontext:

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden? (ca. 5 Ustd.) • Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts • Ökologischer Fußabdruck Wie können umfassende Kenntnisse über ökologische Zusammenhänge helfen, Lösungen für ein komplexes Umweltproblem zu entwickeln? (ca. 5 Ustd.) • Stickstoffkreislauf • Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge,	soziale Auswirkungen des anthropogen bedingten Treibhauseffektes und entwickeln Kriterien für die Bewertung von Maßnahmen (S3, E16, K14, B4, B7, B10, B12). • beurteilen anhand des ökologischen Fußabdrucks den Verbrauch endlicher Ressourcen aus verschiedenen Perspektiven (K13, K14, B8, B10, B12). • analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14). • analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5).		Aktuelle Debatte um den Einfluss des Menschen auf den Klimawandel <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Identifikation nicht wissenschaftlicher Aussagen im Vergleich zu wissenschaftlich fundierten Aussagen bezüglich des anthropogenen Einflusses auf den Treibhauseffekt (E16) • Angeleitete Recherche zu den geografischen, zeitlichen und sozialen Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffekts sowie zu den beschlossenen Maßnahmen • Entwicklung von Kriterien für die Bewertung der Maßnahmen unter Berücksichtigung der Dimensionen für globale Entwicklung (Umwelt, Soziales, Wirtschaft) sowie Abschätzung der Wirksamkeit der Maßnahmen (B4, B7, K14, B12) • Ermittlung eines ökologischen Fußabdrucks, Reflexion der verschiedenen zur Ermittlung herangezogenen Dimensionen, Sammlung von Handlungsoptionen im persönlichen Bereich (B8, K13) • Erkennen der Grenzen der wissenschaftlichen Wissensproduktion und der Akzeptanz vorläufiger und hypothetischer Aussagen, die auf einer umfassenden Datenanalyse beruhen (E16) • ggf. kritische Auseinandersetzung mit dem in der Wissenschaft diskutierten Begriffs des „Anthropozän“ <i>Kontext:</i> Umweltproblem Stickstoffüberschuss: Ursachen und Auswege <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Erarbeitung des natürlichen Stickstoffkreislaufs, Identifikation der Speicherspeicher und Austauschwege. Fokussierung auf die Anteile von molekularem Stickstoff und biologisch verfügbaren Verbindungen. • Fokussierung auf die anthropogene Beeinflussung des Stickstoffkreislaufs und Strukturierung von Informationen zur komplexen Umweltproblematik durch Stickstoffverbindungen (K2, K5) • Recherche zu einem ausgewählten, ggf. lokalen Umweltproblem, welches auf einem zu hohen Stickstoffeintrag beruht und zu den unternommenen Renaturierungsmaßnahmen (K11–14).

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
nachhaltige Nutzung			

Q2 Leistungskurs

UV LK-G1: DNA – Speicherung und Expression genetischer Information Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf: ca. 28 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	Fachschaftsinterne Absprachen • Besuch eines molekularbiologischen Labors und Durchführung von PCR und Gelelektrophorese
Inhaltliche Schwerpunkte: Molekulargenetische Grundlagen des Lebens, Fachliche Verfahren: PCR, Gelelektrophorese Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Informationen aufbereiten (K)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion: • Kompartimentierung bei der eukaryotischen Proteinbiosynthese Stoff- und Energieumwandlung: • Energiebedarf am Beispiel von DNA-Replikation und Proteinbiosynthese Information und Kommunikation: • Codierung und Decodierung von Information bei der Proteinbiosynthese

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Wie wird die identische Verdopplung der DNA vor einer Zellteilung gewährleistet? (ca. 4 Ustd.) • Speicherung und Realisierung genetischer Information: Bau der DNA, semikonservative Replikation, Transkription, Translation Wie wird die genetische Information der DNA zu Genprodukten bei Prokaryoten umgesetzt? (ca. 8 Ustd.)	• leiten ausgehend vom Bau der DNA das Grundprinzip der semikonservativen Replikation aus experimentellen Befunden ab (S1, E1, E9, E11, K10). • erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6).		<i>Kontext:</i> Zellteilungen der Zygote nach Befruchtung <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau der DNA ($\rightarrow$ SI, $\rightarrow$ EF), Erstellung eines Baustein-Modells zur Erklärung der Struktur der DNA • Hypothesengeleitete Auswertung des MESELSON-STAHLE-Experimentes zur Erklärung des Replikationsmechanismus und Erläuterung der experimentellen Vorgehensweise • Erklärung der Eigenschaften und Funktionen ausgewählter Enzyme (DNA-Polymerase, DNA-Ligase) für die Prozesse in der Zelle z. B. anhand eines Erklärvideos • Erläuterung des Energiebedarfs bei der DNA-Replikation etwa aufgrund der Desoxynukleosid-Triphosphate als Bausteine für die DNA-Polymerase (Bezug zum Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung) <i>Kontext:</i> Modellorganismus Bakterium: Erforschung der Proteinbiosynthese an Prokaryoten <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Aktivierung von Vorwissen zum Aufbau von Proteinen ($\rightarrow$ EF) und Erarbeitung des Problems der Codierung bzw. Decodierung von Informationen auf DNA-Ebene, RNA-Ebene und Proteinebene (Bezug zum Basiskonzept Information und Kommunikation und auch Struktur und Funktion) • Erstellung eines Fließschemas zum grundsätzlichen Ablauf der Proteinbiosynthese ($\rightarrow$ SI) unter Berücksichtigung der DNA-, RNA-, Polypeptid- und Proteinebene zur Strukturierung der Informationen • Erläuterung des Ablaufs der Transkription z. B. anhand einer Animation (Eigenschaften und Funktionen der RNA-Polymerase, Erkennen der Transkriptionsrichtung) unter Anwendung der Fachsprache • Erläuterung des Vorgangs der Translation ausgehend von unterschiedlichen modellhaften Darstellungen und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modelle unter Berücksichtigung gemeinsam formulierter Kriterien • Erarbeitung der Eigenschaften des genetischen Codes und Anwendung der Codesonne unter Rückbezug auf das erstellte Fließschema • Berücksichtigung des Energiebedarfs der Proteinbiosynthese (Bezug zum Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung)

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen bei der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten? (ca. 5 Ustd.) Wie können sich Veränderungen der DNA auf die Genprodukte und den Phänotyp auswirken? (ca. 5 Ustd.) • Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und	• deuten Ergebnisse von Experimenten zum Ablauf der Proteinbiosynthese (u. a. zur Entschlüsselung des genetischen Codes) (S4, E9, E12, K2, K9). • erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6). • erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8).		• Begründung der Verwendung des Begriffs Genprodukt anhand der Gene für tRNA und rRNA • Analyse der Experimente von MATTHAEI und NIRENBERG zur Entschlüsselung des genetischen Codes nach dem naturwissenschaftlichen Weg der Erkenntnisgewinnung und ggf. weiterer Experimente • Reflexion der Fragestellungen und Methoden der ausgewählten Experimente zum Ablauf der Proteinbiosynthese (z. B. hinsichtlich der technischen Möglichkeiten) <i>Kontext:</i> Transkription und Translation bei Eukaryoten <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Aktivierung von Vorwissen zu Kompartimentierung und Organellen (→ EF) und Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zum Ablauf der Proteinbiosynthese bei Eukaryoten • Erläuterung modellhafter Darstellungen der Genstruktur (Exons/Introns), Prozessierung der prä-mRNA zur reifen mRNA sowie alternatives Spleißen, posttranslationale Modifikation • Erstellung einer kriteriengeleiteten Tabelle zum Vergleich der Proteinbiosynthese von Pro- und Eukaryoten • Reflexion der größeren Komplexität der Prozesse bei eukaryotischen Zellen im Zusammenhang mit der Kompartimentierung sowie der Differenzierung von Zellen und Geweben (Basiskonzept Struktur und Funktion, Stoff- und Energieumwandlung) <i>Kontext:</i> Resistenzen bei Eukaryoten (z. B. Herzglykosid-Resistenz beim Monarchfalter) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Aktivierung von Vorwissen zu Genommutationen, Chromosomenmutationen (→ SI, → EF) • Formulierung theoriegeleiteter Hypothesen zur Ursache der Resistenz unter Berücksichtigung der verschiedenen Systemebenen (molekulare Ebene bis Ebene des Organismus) • Ableitung der verschiedenen Typen von Genmutationen unter Berücksichti-

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Merkmal: Genmutationen Mit welchen molekularbiologischen Verfahren können zum Beispiel Genmutationen festgestellt werden? (ca. 6 Ustd.) • PCR • Gelelektrophorese	• erläutern PCR und Gelelektrophorese unter anderem als Verfahren zur Feststellung von Genmutationen (S4, S6, E8–10, K11).		gung der molekularen Ebenen (DNA, RNA, Protein) sowie der phänotypischen Auswirkungen auf Ebene der Zelle bzw. des Organismus (Einbezug der Basiskonzepte Struktur und Funktion und Information und Kommunikation) • Reflexion der Ursache-Wirkungsbeziehungen unter sprachsensiblen Umgang mit funktionalen und kausalen Erklärungen • Alternativer Kontext: Antibiotika-Resistenz bei Bakterien <i>Kontext:</i> Analyse von Genmutationen (z. B. SARS-CoV-2-Mutanten, Diagnose von Gendefekten oder Resistenzen) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Erläuterung der PCR-Methode unter Berücksichtigung der Funktionen der Komponenten eines PCR-Ansatzes und des Ablaufs der PCR • Diskussion der möglichen Fehlerquellen und der Notwendigkeit von Negativkontrollen bei Anwendungen der PCR • Erläuterung des Grundprinzips der DNA-Gelelektrophorese und Anwendung der Verfahren zur Identifikation von Genmutationen durch Wahl der Primer oder ggf. RFLP-Analyse (dann Erklärung der Funktion von Restriktionsenzymen als Werkzeug der Molekularbiologie); Benennung der DNA-Sequenzierung als Technik zur Analyse von Sequenzunterschieden ➔ Aufsuchen eines Schülerlabores oder Durchführen des Versuches im Unterricht (Gelelektrophorese)

UV LK-G2: DNA – Regulation der Genexpression und Krebs Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden à 45 Minuten Inhaltliche Schwerpunkte: Molekulargenetische Grundlagen des Lebens Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)	Fachschaftsinterne Absprachen • ggf. Besuch durch Pharmazeutin oder Pharmazeuten zur Einführung in personalisierte Medizin Beiträge zu den Basiskonzepten: Stoff- und Energieumwandlung: • Energiebedarf am Beispiel von DNA-Replikation und Proteinbiosynthese Information und Kommunikation: • Codierung und Decodierung von Information bei der Proteinbiosynthese Steuerung und Regelung: • Prinzip der Homöostase bei der Regulation der Genaktivität
---	---

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Wie wird die Genaktivität bei Eukaryoten gesteuert? (ca. 10 Ustd.) • Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung, Histonmodifikation, RNA-Interferenz	• erklären die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren und DNA-Methylierung (S2, S6, E9, K2, K11). • erläutern die Genregulation bei Eukaryoten durch RNA-Interferenz und Histon-Modifikation anhand von Modellen (S5, S6, E4, E5, K1, K10).	Wie wird die Genaktivität bei Eukaryoten gesteuert? (ca. 10 Ustd.)	Kontext: Körperzellen: gleiches Erbgut – unterschiedliche Differenzierung zentrale Unterrichtssituationen: • Erkennen der unterschiedlichen Protein- und RNA-Ausstattung verschiedener menschlicher Zelltypen und Begründung der Phänomene durch zellspezifische Regulation der Genaktivität • Erläuterung der Bedeutung von allgemeinen und spezifischen Transkriptionsfaktoren für die Transkriptionsrate und der zellspezifischen Reaktion auf extrazelluläre Signale wie etwa Myostatin zur Regulation des Muskelwachstums (Basiskonzept Steuerung und Regelung) • Erstellung von Modellen zur Bedeutung epigenetischer Marker (DNA-Methylierung und z. B. Histon-Acetylierung) und kriteriengeleitete Diskussion der verschiedenen Modellierungen auch unter Berücksichtigung des Variablengefüges • Erläuterung des natürlichen Mechanismus der RNA-Interferenz bei Pflanzen

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Wie können zelluläre Faktoren zum ungehemmten Wachstum der Krebszellen führen? (ca. 6 Ustd.) Krebs: Krebszellen, Onkogene und Anti-Onkogene, personalisierte Medizin Welche Chancen bietet eine personalisierte Krebstherapie? (ca. 4 Ustd.)	- begründen Eigenschaften von Krebszellen mit Veränderungen in Proto-Onkogenen und Anti-Onkogenen (Tumor-Suppressor-Genen) (S3, S5, S6, E12). - begründen den Einsatz der personalisierten Medizin in der Krebstherapie (S4, S6, E14, K13).		und Tieren anhand einer erarbeiteten Modellierung ausgehend von verschiedenen Darstellungen und Präsentation der Ergebnisse - Reflexion des Zusammenspiels der verschiedenen Ebenen der Genregulation bei Eukaryoten unter Bezügen zu den Basiskonzepten Stoff- und Energieumwandlung sowie Steuerung und Regelung <i>Kontext:</i> Krebsentstehung als Deregulation zellulärer Kontrolle des Zellzyklus [3] <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> - Aktivierung von Vorwissen zur Bedeutung des Zellzyklus und Anwendung von Zellwachstumshemmern (→ EF) - Erläuterung der Eigenschaften von Krebszellen und medizinischer Konsequenzen unter Berücksichtigung der Vielfalt von Tumorzellen (Basiskonzept Steuerung und Regelung) - Modellierung der Wirkweise der von Proto-Onkogenen und Anti-Onkogenen codierten Faktoren (wie etwa RAS und p53) in Bezug auf die Kontrolle des Zellzyklus - Formulierung von Hypothesen zu deren Fehlfunktion aufgrund von Mutationen unter Bezug auf Mechanismen der Genregulation (Basiskonzept Steuerung und Regelung) unter Einbezug der verschiedenen Systemebenen <i>Kontext:</i> Krebstherapie: Ermöglicht eine Personalisierung die Vermeidung von Nebenwirkungen? <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> - Aktivierung von Vorwissen zur Anwendung von Zellwachstumshemmern (→ EF) - Erläuterung der Nebenwirkungen von Zytostatika ausgehend von generellen Eigenschaften der Tumorzellen - Formulierung von Hypothesen zu Therapieansätzen unter Berücksichtigung der Vielfalt von Tumorzellen und der Verminderung von Nebenwirkungen bei systemischer Behandlung - Begründung einer Genotypisierung zum Beispiel vor der Chemotherapie mit 5-Fluorouracil und ggf. weiterer Ansätze zu individualisierten Behandlungsmethoden [5(auch Einbezug von mRNA-Techniken ist möglich) auch unter Berücksichtigung der entstehenden Kosten durch medizinische Forschung und Produktion der Wirkstoffe

UV LK-G3: Humangenetik, Gentechnik und Gentherapie Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden à 45 Minuten	Fachschaftsinterne Absprachen
Inhaltliche Schwerpunkte: Molekulargenetische Grundlagen des Lebens, Fachliche Verfahren: Gentechnik: Veränderung und Einbau von DNA, Gentherapeutische Verfahren Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) • Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)	Beiträge zu den Basiskonzepten: Information und Kommunikation: • Codierung und Decodierung von Information bei der Proteinbiosynthese Steuerung und Regelung: • Prinzip der Homöostase bei der Regulation der Genaktivität

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Welche Bedeutung haben Familienstammbäume für die genetische Beratung betroffener Familien? (ca. 4 Ustd.) • Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest	• analysieren Familienstammbäume und leiten daraus mögliche Konsequenzen für Gentest und Beratung ab (S4, E3, E11, E15, K14, B8).		Kontext: Ablauf einer Familienberatung bei genetisch bedingten Erkrankungen zentrale Unterrichtssituationen: • Aktivierung von Vorwissen zur Analyse verschiedener Erbgänge anhand des Ausschlussverfahrens (→ EF) • Reflexion der gewonnenen Erkenntnisse und Begründung der Anwendung von Gentests zur Verifizierung der Ergebnisse • Entwicklung von Handlungsoptionen im Beratungsprozess und Abwägen der Konsequenzen für die Betroffenen • ggf. Einsatz ergänzender Materialien zu genetischer Beratung

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
und Beratung, Gentherapie Wie wird rekombinante DNA hergestellt und vermehrt? Welche ethischen Konflikte treten bei der Nutzung gentechnisch veränderter Organismen auf? (ca. 8 Ustd.) - Gentechnik: Veränderung und Einbau von DNA, Gentherapeutische Verfahren Welche ethischen Konflikte treten im Zusammenhang mit gentherapeutischen Behandlungen beim Menschen auf? (ca. 6 Ustd.) - Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie	- erklären die Herstellung rekombinanter DNA und nehmen zur Nutzung gentechnisch veränderter Organismen Stellung (S1, S8, K4, K13, B2, B3, B9, B12). - bewerten Nutzen und Risiken einer Gentherapie beim Menschen und nehmen zum Einsatz gentherapeutischer Verfahren Stellung (S1, K14, B3, B7–9, B11).		<i>Kontext:</i> Insulinproduktion durch das Bakterium <i>Escherichia coli</i> <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> - Erläuterung der Eigenschaften und Funktionen von gentechnischen Werkzeugen wie Restriktionsenzymen, DNA-Ligase und den Grundelementen eines bakteriellen Vektors sowie der Herstellung rekombinanter DNA und ihrer Vermehrung in Bakterien, ggf. Blau-Weiß-Selektion - Ableitung der erhöhten Komplexität der gentechnischen Manipulation eukaryotischer Systeme - Diskussion der Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen unter Berücksichtigung des Erhalts der Biodiversität, ökonomischer Aspekte, politischer und sozialer Perspektiven, ggf. Einbindung von - Reflexion des Entscheidungsprozesses mit Unterscheidung zwischen deskriptiven und normativen Aussagen sowie Berücksichtigung der Intention der verwendeten Quellen <i>Kontext:</i> Monogene Erbkrankheiten (z. B. Mukoviszidose) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> - Beschreibung der Unterschiede zwischen somatischer Gentherapie und Keimbahntherapie beim Menschen bei Unterscheidung deskriptiver und normativer Aussagen - Ableitung von Nutzen und Risiken bei somatischer Gentherapie und Keimbahntherapie für Individuum und Gesellschaft, Aufstellen von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen - Reflexion des Bewertungsprozesses aus persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Perspektive - ggf. Erläuterung der Möglichkeiten und Risiken gentherapeutischer Verfahren wie die Anwendung von CRISPR-Cas beim Menschen und Diskussion der relevanten Bewertungskriterien aus verschiedenen Perspektiven

UV LK-E1: Evolutionsfaktoren und Synthetische Evolutionstheorie Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden à 45 Minuten Inhaltliche Schwerpunkte: Entstehung und Entwicklung des Lebens Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: • Biologische Sachverhalte betrachten (S) • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Informationen aufbereiten (K)	Fachschaftsinterne Absprachen • ggf. Zoobesuch Beiträge zu den Basiskonzepten: Individuelle und evolutive Entwicklung: • Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels
---	---

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Wie lassen sich Veränderungen im Genpool von Populationen erklären? (ca. 6 Ustd.) • Synthetische Evolutionstheorie: Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift	• begründen die Veränderungen im Genpool einer Population mit der Wirkung der Evolutionsfaktoren (S2, S5, S6, K7).		<i>Kontext:</i> Schnabelgrößen bei Populationen von Vögeln (z. B. beim Mittleren Grundfink oder Purpurastrilden) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Formulierung von Fragen zur Entwicklung der Merkmalsverteilung bei den Schnabelgrößen und Ableitung von Hypothesen zu den möglichen Ursachen • Erklärung der Variation durch Mutation und Rekombination und der Verschiebung der Merkmalsverteilung in der Population durch Selektion • Analyse der Bedeutung von Zufallsereignissen wie Gendrift und ihrem Einfluss auf die Allelvielfalt von Populationen • Erläuterung der Zusammenhänge zwischen den Veränderungen von Merkmalsverteilungen auf phänotypischer Ebene und den Verschiebungen von Allelfrequenzen auf genetischer Ebene unter Berücksichtigung ultimativer und proximaler Ursachen und der Vermeidung finaler Begründungen

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Welche Bedeutung hat die reproduktive Fitness für die Entwicklung von Anpasstheiten? (ca. 2 Ustd.) Wie kann die Entwicklung von angepassten Verhaltensweisen erklärt werden? (ca. 3 Ustd.) • Synthetische Evolutionstheorie: adaptiver Wert von Verhalten, Kosten-Nutzen-Analyse, reproduktive Fitness Wie lässt sich die Entstehung von Sexualdimorphismus erklären? (ca. 3 Ustd.) Wie lassen sich die Paarungsstrategien und Sozialsysteme bei Primaten erklären? (ca. 4 Ustd.)	• erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8). • erläutern das Fortpflanzungsverhalten von Primaten datenbasiert auch unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (S3, S5, E3, E9, K7).		<i>Kontext:</i> Abtransport leerer Eierschalen in Lachmöwenkolonien (TINBERGEN-Experiment) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Formulierung von Fragen zur Entwicklung des Verhaltens in Lachmöwen-Kolonien und Ableitung von Hypothesen unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse • Erläuterung des adaptiven Wertes von Verhalten unter Einbezug der reproduktiven Fitness und Berücksichtigung der Umweltbedingungen. Berücksichtigung proximaler und ultimativer Ursachen und Vermeidung finaler Begründungen • Reflexion der verwendeten Fachsprache im Hinblick auf die Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen <i>Kontext:</i> Rothirsch-Geweih und Pfauenrad <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zum Sexualdimorphismus • Erläuterung der intrasexuellen und intersexuellen Selektion mithilfe einer Kosten-Nutzen-Analyse sowie der reproduktiven Fitness unter Vermeidung finaler Begründungen • Reflexion der Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen sowie der Berücksichtigung ultimativer und proximaler Ursachen <i>Kontext:</i> Variabilität der Paarungsstrategien und Sozialsysteme bei Primaten <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Ableitung der Zusammenhänge zwischen Reproduktionserfolg, ökologischer

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
• Sozialverhalten bei Primaten: exogene und endogene Ursachen, Fortpflanzungsverhalten Welche Prozesse laufen bei der Koevolution ab? (ca. 2 Ustd.) • Synthetische Evolutionstheorie: Koevolution	• erläutern die Anpasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5–7, K7, K8).		Situation und Paarungsstrategie für Männchen bzw. Weibchen und Entwicklung von Hypothesen zu den Strategien z. B. bei Krallenaffen • Erläuterung der endogenen und exogenen Ursachen von Fortpflanzungsverhalten unter der Berücksichtigung proximaler und ultimer Erklärungen und der Vermeidung finaler Begründungen <i>Kontext:</i> Orchideen-Schwärmer und Stern von Madagaskar (Bestäuber-Blüte-Koevolution) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Anwendung der Synthetischen Evolutionstheorie auf das System Bestäuber-Blüte unter Berücksichtigung der jeweiligen Selektionsvorteile und Selektionsnachteile für die beiden Arten sowie Vermeidung finaler Begründungen • Ableitung einer Definition für Koevolution und Erläuterung verschiedener koevolutiver Beziehungen unter Berücksichtigung ultimer und proximaler Ursachen und Vermeidung finaler Aussagen • Zusammenfassung der Erklärungsansätze für evolutive Prozesse auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung der Fachsprache

UV LK-E2: Stammbäume und Verwandtschaft Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden à 45 Minuten Inhaltliche Schwerpunkte: Entstehung und Entwicklung des Lebens Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E) • Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) • Informationen aufbereiten (K)	Fachschaftsinterne Absprachen Beiträge zu den Basiskonzepten: Individuelle und evolutive Entwicklung: • Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels
---	--

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Wie kann es zur Entstehung unterschiedlicher Arten kommen? (ca. 4 Ustd.) • Stammbäume und Verwandtschaft: Artbildung, Biodiversität, populationsgenetischer Artbegriff, Isolation	• erklären Prozesse des Artwandels und der Artbildung mithilfe der Synthetischen Evolutionstheorie (S4, S6, S7, E12, K6, K7).		<i>Kontext:</i> Vielfalt der Finken auf den Galapagos-Inseln <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zur Evolution der Darwin-Finken unter Verwendung der Fachsprache • Erläuterung der adaptiven Radiation der Finkenarten auf Basis der Synthetischen Evolutionstheorie unter Berücksichtigung des Konzepts der ökologischen Nische sowie der Vernetzung verschiedener Systemebenen • Ableitung des populationsgenetischen Artbegriffs und Anwendung auf Prozesse der allopatrischen und sympatrischen Artbildung • Erläuterung der Bedeutung prä- und postzygotischer Isolationsmechanismen • Reflexion der ultimat und proximat Ursachen für Artwandel und Artbildung und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der genutzten Modelle

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Welche molekularen Merkmale deuten auf eine phylogenetische Verwandtschaft hin? (ca. 3 Ustd.) Wie lässt sich die phylogenetische Verwandtschaft auf verschiedenen Ebenen ermitteln, darstellen und analysieren? (ca. 4 Ustd.) Wie lassen sich konvergente Ent-	• deuten molekularbiologische Homologien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8). • analysieren phylogenetische Stammbäume im Hinblick auf die Verwandtschaft von Lebewesen und die Evolution von Genen (S4, E2, E10, E12, K9, K11). • deuten molekularbiologische Homo-		<i>Kontext:</i> Universalhomologien und genetische Variabilität – ein Widerspruch? <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Ableitung der molekularen Ähnlichkeiten aller Lebewesen auf DNA-, RNA- und Proteinebene sowie in Bezug auf grundsätzliche Übereinstimmungen bei der Proteinbiosynthese • Deutung molekularbiologischer Homologien bei konservierten Genen einerseits und sehr variablen Genen andererseits bei Unterscheidung zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen • Ableitung phylogenetischer Verwandtschaften auf Basis des Sparsamkeitsprinzips und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen <i>Kontext:</i> Ein ausgestorbenes Säugetier mit ungewöhnlichen Merkmalen: Macrauchenia <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Formulierung von Fragestellungen und Ableitung von Hypothesen zur Verwandtschaft von Macrauchenia mit rezenten Wirbeltieren bzw. Huftieren auf der Basis morphologischer Vergleiche • Deutung der molekularen Ähnlichkeiten des Kollagens und Analyse des phylogenetischen Stammbaums unter Berücksichtigung möglicher Fehlerquellen • Erläuterung der Verwendung morphologischer und molekularer Daten zur Erstellung von Stammbäumen und Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen <i>Kontext:</i> Vielfalt einer Genfamilie (z. B. Hämoglobin-Gene) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Darstellung der molekularen Ähnlichkeiten auf DNA- und Proteinebene • Erklärung der Entstehung einer Genfamilie ausgehend von Genduplikationen und unabhängiger Entwicklung der einzelnen Genvarianten • Diskussion der Evolution von Genfamilien anhand von Gen-Stammbäumen und Abgrenzung zur Analyse von phylogenetischen Verwandtschaften zwischen Lebewesen <i>Kontext:</i>

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
wicklungen erkennen? (ca. 3 Ustd.)	logien im Hinblick auf phylogenetische Verwandtschaft und vergleichen diese mit konvergenten Entwicklungen (S1, S3, E1, E9, E12, K8).		Wiederholt sich die Evolution? – Unabhängige Mutationen (z. B. in Myoglobin-Genen) <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Deutung der Übereinstimmungen im Hinblick auf die phylogenetische Verwandtschaft von Arten auf der einen Seite und den unabhängig voneinander entstandenen Mutationen auf der anderen Seite • Reflexion des Phänomens konvergenter Entwicklungen unter Einbezug der Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels (Basiskonzept Individuelle und evolutive Entwicklung) <i>Kontext:</i> Intelligent Design – eine Pseudowissenschaft <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Erläuterung der Merkmale naturwissenschaftlicher Theorien unter Berücksichtigung der Evidenzbasierung sowie Begründung der Einordnung des Intelligent Design als Pseudowissenschaft • Reflexion der verschiedenen Betrachtungsweisen evolutiver Prozesse durch Religion, Philosophie und Naturwissenschaften unter Berücksichtigung der Intention der jeweiligen Quelle
Wie lässt sich die Synthetische Evolutionstheorie von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen abgrenzen? (ca. 2 Ustd.) • Synthetische Evolutionstheorie: Abgrenzung von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen	• begründen die Abgrenzung der Synthetischen Evolutionstheorie gegen nicht-naturwissenschaftliche Positionen und nehmen zu diesen Stellung (E15–E17, K4, K13, B1, B2, B5).		

UV LK-E3: Humanevolution und kulturelle Evolution Inhaltsfeld 5: Genetik und Evolution Zeitbedarf: ca. 10 Unterrichtsstunden à 45 Minuten Inhaltliche Schwerpunkte: Entstehung und Entwicklung des Lebens Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: • Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Informationen aufbereiten (K)	Fachschaftsinterne Absprachen • ggf. Besuch des Neanderthal-Museums Beiträge zu den Basiskonzepten: Individuelle und evolutive Entwicklung: • Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels
--	--

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
Wie kann die Evolution des Menschen anhand von morphologischen und molekularen Hinweisen nachvollzogen werden? (ca. 7 Ustd.) Welche Bedeutung hat die kulturelle Evolution für den Menschen und andere soziale Lebewesen? (ca. 3 Ustd.)	• diskutieren wissenschaftliche Befunde und Hypothesen zur Humanevolution auch unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit (S4, E9, E12, E15, K7, K8). • die Bedeutung der kulturellen Evolution		<i>Kontext:</i> Stammbusch des Menschen – ein dynamisches Modell <i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Formulierung von Hypothesen zu morphologischen Anpassungen des modernen Menschen an den aufrechten Gang im Vergleich zum Schimpanse unter Berücksichtigung proximaler und ultimativer Erklärungen und Vermeidung finaler Begründungen • Erläuterung von Trends in der Hominidenevolution auf Basis von Schädelvergleichen und Reflexion der Vorläufigkeit der Erkenntnisse aufgrund der lückenhaften Fossilgeschichte • Diskussion der „Out-of-Africa“-Theorie unter Einbezug der Fossilgeschichte und genetischer Daten zu Neandertaler und Denisova-Mensch und Erläuterung der genetischen Vielfalt des modernen Menschen <i>Kontext:</i> Kultur und Tradition – typisch Mensch?

Leitfragen/ Inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie verbindliche Absprachen der Fachkonferenz
• Evolution des Menschen und kulturelle Evolution: Ursprung, Fossilgeschichte, Stammbäume und Verbreitung des heutigen Menschen, Werkzeuggebrauch, Sprachentwicklung	tion für soziale Lebewesen analysieren (E9, E14, K7, K8, B2, B9).		<i>zentrale Unterrichtssituationen:</i> • Erläuterung der Begriffe Kultur und Tradition im Kontext der Humanevolution mit Einbezug des Werkzeuggebrauchs und der Sprachentwicklung unter Unterscheidung funktionaler und kausaler Erklärungen • Reflexion ultimer und proximaler Erklärungen zur kulturellen Evolution des Menschen unter Vermeidung finaler Begründungen • Analyse von Kommunikation und Tradition bei sozial lebenden Tieren (Werkzeuggebrauch bei Schimpansen, Jagdtechniken bei Orcas oder Delfinen) und multiperspektivische Diskussion ihrer Bedeutung ➔ Exkursion Neanderthal-Museum

2.32 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit

In Absprache mit der Lehrerkonferenz sowie unter Berücksichtigung des Schulprogramms hat die Fachkonferenz Biologie die folgenden fachmethodischen und fachdidaktischen Grundsätze beschlossen. In diesem Zusammenhang beziehen sich die Grundsätze 1 bis 14 auf fächerübergreifende Aspekte, die auch Gegenstand der Qualitätsanalyse sind, die Grundsätze 15 bis 24 sind fachspezifisch angelegt.

Überfachliche Grundsätze:

1. Geeignete Problemstellungen zeichnen die Ziele des Unterrichts vor und bestimmen die Struktur der Lernprozesse.
2. Inhalt und Anforderungsniveau des Unterrichts entsprechen dem Leistungsvermögen der Lerner.
3. Die Unterrichtsgestaltung ist auf die Ziele und Inhalte abgestimmt
4. Medien und Arbeitsmittel sind lernernah gewählt
5. Die Schüler*innen erreichen einen Lernzuwachs.
6. Der Unterricht fördert und fordert eine aktive Teilnahme der Lerner.
7. Der Unterricht fördert die Zusammenarbeit zwischen den Lernenden und bietet ihnen Möglichkeiten zu eigenen Lösungen.
8. Der Unterricht berücksichtigt die individuellen Lernwege der einzelnen Lerner.
9. Die Lerner erhalten Gelegenheit zu selbstständiger Arbeit und werden dabei unterstützt.
10. Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Einzel-, Partner- bzw. Gruppenarbeit sowie Arbeit in kooperativen Lernformen.
11. Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Arbeit im Plenum.
12. Die Lernumgebung ist vorbereitet; der Ordnungsrahmen wird eingehalten.
13. Die Lehr- und Lernzeit wird intensiv für Unterrichtszwecke genutzt.
14. Es herrscht ein positives pädagogisches Klima im Unterricht.

Fachliche Grundsätze:

15. Der Biologieunterricht orientiert sich an den im gültigen Kernlehrplan ausgewiesenen, obligatorischen Kompetenzen.
16. Der Biologieunterricht ist problemorientiert und an Unterrichtsvorhaben und Kontexten ausgerichtet.
17. Der Biologieunterricht ist lerner- und handlungsorientiert, d.h. im Fokus steht das Erstellen von Lernprodukten durch die Lerner.
18. Der Biologieunterricht ist kumulativ, d.h. er knüpft an die Vorerfahrungen und das Vorwissen der Lernenden an und ermöglicht das Erlernen von neuen Kompetenzen.
19. Der Biologieunterricht fördert vernetzendes Denken und zeigt dazu eine über die verschiedenen Organisationsebenen bestehende Vernetzung von biologischen Konzepten und Prinzipien mithilfe von Basiskonzepten auf.

20. Der Biologieunterricht folgt dem Prinzip der Exemplarität und gibt den Lernenden die Gelegenheit, Strukturen und Gesetzmäßigkeiten möglichst anschaulich in den ausgewählten Problemen zu erkennen.
21. Der Biologieunterricht bietet nach Produkt-Erarbeitungsphasen immer auch Phasen der Metakognition, in denen zentrale Aspekte von zu erlernenden Kompetenzen reflektiert werden.
22. Der Biologieunterricht ist in seinen Anforderungen und im Hinblick auf die zu erreichenden Kompetenzen für die Lerner transparent.
23. Im Biologieunterricht werden Diagnoseinstrumente zur Feststellung des jeweiligen Kompetenzstandes der Schüler*innen durch die Lehrkraft, aber auch durch den Lerner selbst eingesetzt.
24. Der Biologieunterricht bietet immer wieder auch Phasen der Übung.

2.33 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Rechtliche Grundlage

Die Leistungsbewertung richtet sich nach § 48 Schulgesetz NRW:

- (1) Die Leistungsbewertung soll über den Stand des Lernprozesses der Schülerin oder des Schülers Aufschluss geben; sie soll auch Grundlage für die weitere Förderung der Schülerin oder des Schülers sein. Die Leistungen werden durch Noten bewertet. Die Ausbildungs- und Prüfungsordnungen können vorsehen, dass schriftliche Aussagen an die Stelle von Noten treten oder diese ergänzen.
- (2) Die Leistungsbewertung bezieht sich auf die im Unterricht vermittelten Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten. Grundlage der Leistungsbewertung sind alle von der Schülerin oder dem Schüler im Beurteilungsbereich „Schriftliche Arbeiten“ und im Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht“ erbrachten Leistungen. Beide Beurteilungsbereiche werden bei der Leistungsbewertung angemessen berücksichtigt.

Hinweis: Sowohl die Schaffung von Transparenz bei Bewertungen als auch die Vergleichbarkeit von Leistungen sind das Ziel, innerhalb der gegebenen Freiräume Vereinbarungen zu Bewertungskriterien und deren Gewichtung zu treffen.

Auf der Grundlage von § 48 SchulG, § 13 APO-GOST sowie Kapitel 3 des Kernlehrplans Biologie hat die Fachkonferenz im Einklang mit dem entsprechenden schulbezogenen Konzept die nachfolgenden Grundsätze zur Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung beschlossen. Die nachfolgenden Absprachen stellen die Minimalanforderungen an das lerngruppenübergreifende gemeinsame Handeln der Fachgruppenmitglieder dar. Bezogen auf die einzelne Lerngruppe kommen ergänzend weitere der in den Folgeabschnitten genannten Instrumente der Leistungsüberprüfung zum Einsatz.

Überprüfungsformen

In Kapitel 3 des KLP Biologie werden Überprüfungsformen angegeben, die Möglichkeiten bieten, Leistungen im Bereich der „sonstigen Mitarbeit“ oder den Klausuren zu überprüfen. Um abzusichern, dass am Ende der Qualifikationsphase von den Schüler*innen alle geforderten Kompetenzen erreicht werden, sind alle Überprüfungsformen notwendig.

Lern- und Leistungssituationen

In Lernsituationen ist das Ziel der Kompetenzerwerb. Fehler und Umwege dienen den Schüler*innen als Erkenntnismittel, den Lehrkräften geben sie Hinweise für die weitere Unterrichtsplanung. Das Erkennen von Fehlern und der konstruktiv-produktive Umgang mit ihnen sind ein wesentlicher Teil des Lernprozesses.

Bei Leistungs- und Überprüfungssituationen steht dagegen der Nachweis der Verfügbarkeit der erwarteten bzw. erworbenen Kompetenzen im Vordergrund.

Beurteilungsbereich: Sonstige Mitarbeit

Folgende Aspekte sollen bei der Leistungsbewertung der sonstigen Mitarbeit eine Rolle spielen (die Liste ist nicht abschließend):

- Verfügbarkeit biologischen Grundwissens
- Sicherheit und Richtigkeit in der Verwendung der biologischen Fachsprache
- Sicherheit, Eigenständigkeit und Kreativität beim Anwenden fachspezifischer Methoden und Arbeitsweisen (z. B. beim Aufstellen von Hypothesen, bei Planung und Durchführung von Experimenten, beim Umgang mit Modellen, ...)
- Verständlichkeit und Präzision beim zusammenfassenden Darstellen und Erläutern von Lösungen einer Einzel-, Partner-, Gruppenarbeit oder einer anderen Sozialform sowie konstruktive Mitarbeit bei dieser Arbeit
- Klarheit und Richtigkeit beim Veranschaulichen, Zusammenfassen und Beschreiben biologischer Sachverhalte
- situationsgerechtes Anwenden geübter Fertigkeiten
- angemessenes Verwenden der biologischen Fachsprache
- konstruktives Umgehen mit Fehlern
- fachlich sinnvoller, sicherheitsbewusster und zielgerichteter Umgang mit Experimentalmedien
- fachlich sinnvoller und zielgerichteter Umgang mit Modellen, Hilfsmitteln und Simulationen
- Erstellen von nutzbaren Unterrichtsdokumentationen, ggf. Portfolio
- Klarheit, Strukturiertheit, Fokussierung, Zielbezogenheit und Adressatengerechtigkeit von Präsentationen, auch mediengestützt
- sachgerechte Kommunikationsfähigkeit in Unterrichtsgesprächen und Kleingruppenarbeiten
- Einbringen kreativer Ideen
- fachliche Richtigkeit bei kurzen, auf die Inhalte weniger vorangegangener Stunden beschränkten schriftlichen Überprüfungen
- Zielgerichtetheit bei der themenbezogenen Auswahl von Informationen und Sorgfalt und Sachrichtigkeit beim Belegen von Quellen
- Sachrichtigkeit, Klarheit, Strukturiertheit, Fokussierung, Ziel- und Adressatenbezogenheit in mündlichen und schriftlichen Darstellungsformen, auch mediengestützt
- Sachbezogenheit, Fachrichtigkeit sowie Differenziertheit in verschiedenen Kommunikationssituation (z. B. Informationsaustausch, Diskussion, Feedback, ...)
- Reflexions- und Kritikfähigkeit
- Schlüssigkeit und Differenziertheit der Werturteile, auch bei Perspektivwechsel
- Fundiertheit und Eigenständigkeit der Entscheidungsfindung in Dilemmasituationen

Beurteilungsbereich: Klausuren

Einführungsphase:

Jeweils 1 Klausur im ersten und zweiten Halbjahr (90 Minuten)

Qualifikationsphase 1.1:

2 Klausuren (GK 90 Minuten und LK 135 Minuten)

Qualifikationsphase 1.2:

2 Klausuren (GK 135 Minuten und LK 180 Minuten)

Qualifikationsphase 2.1:

2 Klausuren pro Halbjahr (GK 135 Minuten bzw. 180 Minuten und LK 225 Minuten bzw. 270 Minuten)

Qualifikationsphase 2.2:

1 Klausur, die – was den formalen Rahmen angeht – unter Abiturbedingungen geschrieben wird.

Die Leistungsbewertung in den Klausuren wird mit Blick auf die schriftliche Abiturprüfung mit Hilfe eines Kriterienrasters („Erwartungshorizont“) durchgeführt, welches neben den inhaltsbezogenen Teilleistungen auch darstellungsbezogene Leistungen ausweist. Dieses Kriterienraster wird den korrigierten Klausuren beigelegt und Schüler*innen auf diese Weise transparent gemacht.

Die Zuordnung der Hilfspunkte zu den Notenstufen orientiert sich in der Qualifikationsphase am Zuordnungsschema des Zentralabiturs. Die Note ausreichend soll bei Erreichen von ca. 50 % der Hilfspunkte erteilt werden. Eine Absenkung der Note kann gemäß APO-GOST bei häufigen Verstößen gegen die Sprachrichtigkeit vorgenommen werden.

Grundsätze der Leistungsrückmeldung und Beratung:

Für Präsentationen, Arbeitsprotokolle, Dokumentationen und andere Lernprodukte der sonstigen Mitarbeit erfolgt eine Leistungsrückmeldung, bei der inhalts- und darstellungsbezogene Kriterien angesprochen werden. Hier werden zentrale Stärken als auch Optimierungsperspektiven für jede Schülerin bzw. jeden Schüler hervorgehoben.

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

Mündliche Abiturprüfung

Für jede mündliche Abiturprüfung (im 4. Fach oder bei Abweichungs- bzw. Bestehensprüfungen im 1. bis 3. Fach) wird ein Kriterienraster für den ersten und zweiten Prüfungsteil vorgelegt, aus dem auch deutlich die Kriterien für eine gute und eine ausreichende Leistung hervorgehen.

2.34 Lehr- und Lernmittel

Für den Biologieunterricht in der Sekundarstufe II ist an der Schule zurzeit eingeführt:

- Biologie heute SII. Qualifikationsphase [2023]. Braunschweig: Westermann Verlag

Die Schüler*innen arbeiten die im Unterricht behandelten Inhalte in häuslicher Arbeit nach. Zu ihrer Unterstützung erhalten sie dazu:

- eine Link-Liste „guter“ Adressen, die auf der ersten Fachkonferenz im Schuljahr von der Fachkonferenz aktualisiert und zur Verfügung gestellt wird,
- vor Beginn einer Unterrichtsreihe einen Überblick über das Thema und die Seiten im Schulbuch, die dafür herangezogen werden.

Die Fachkolleg*innen werden zudem ermutigt, die Materialangebote des Ministeriums für Schule und Weiterbildung regelmäßig zu sichten und ggf. in den eigenen Unterricht oder die Arbeit der Fachkonferenz einzubeziehen. Die folgenden Seiten sind dabei hilfreich:

Der Lehrplannavigator: <http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/lehrplane/lehrplannavigator-s-ii/>

Die Materialdatenbank: <http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/materialdatenbank/>

Die Materialangebote von SINUS-NRW: <http://www.standardsicherung.nrw.de/sinus/>

3 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen

Die Fachkonferenz Biologie hat sich im Rahmen des Schulprogramms für folgende zentrale Schwerpunkte entschieden:

Fortbildungskonzept

Die im Fach Biologie in der gymnasialen Oberstufe unterrichtenden Kolleg*innen nehmen nach Möglichkeit regelmäßig an Fortbildungsveranstaltungen der umliegenden Universitäten, Zoos oder der Bezirksregierungen bzw. der Kompetenzteams teil. Die dort bereitgestellten oder entwickelten Materialien werden von den Kolleg*innen in den Fachkonferenzsitzungen vorgestellt und der Biologiesammlung zum Einsatz im Unterricht bereitgestellt.

Exkursionen

Abgesehen vom Abiturhalbjahr (Q 2.2) sollen in der Qualifikationsphase nach Möglichkeit und in Absprache mit der Stufenleitung unterrichtsbegleitende Exkursionen zu Themen des gültigen KLP durchgeführt werden. Aus Sicht der Biologie sind folgende Exkursionsziele und Themen denkbar:

Mögliche Besuche eines Schülerlabors

- „Baylab plants“ der Bayer CropScience AG am Standort Monheim (Isolation, PCR und Gel-Elektrophorese von Rapsgenen)
- Schülerlabor des KölnPUB e.V. (Isolierung von Erbsubstanz (DNA) aus Bakterien und Gemüse, Analyse von DNA mit Restriktionsenzymen, Polymerasekettenreaktion (PCR), Gelelektrophorese und genetisches Transformationsexperiment, Experimente rund um Southern Blot)
- BayLab Wuppertal: Schülerlabor für Molekularbiologie (DNA-Isolierung aus Zwiebeln und Bakterien, Schneiden der DNA mit Restriktionsenzymen, Nachweis der Restriktionsfragmente durch Gelelektrophorese, Absorptionsspektren von DNA und Proteinen)
- Alfred Krupp Schülerlabor
- Loop – Das mobile Schülerlabor: Schülerlabor zur Gentechnik, das zur Schule kommt

Besuch des Umweltbusses „Lumbricus“

- Bestimmung der Gewässergüte (biologische, chemische und strukturelle Parameter in Anlehnung an die EU-Wasserrahmenrichtlinie)
Untersuchung von Lebensgemeinschaften und ihren unbelebten (abiotischen) Faktoren
Beobachtungen von Anpassungen an den Lebensraum
Bestimmung der Standortfaktoren über die Zeigerpflanzen Methode
Neophyten und Neozoen in NRW oder Frühjahrsblüher im Wald

Besuch des Neanderthalmuseums

- Bestimmung von phylogenetischen Stammbäumen auf der Basis von Schädelmerkmalen in der Abguss-Sammlung

4 Qualitätssicherung und Evaluation

Evaluation des schulinternen Curriculums

Das schulinterne Curriculum stellt keine starre Größe dar, sondern ist als „lebendes Dokument“ zu betrachten. Dementsprechend werden die Inhalte stetig überprüft, um ggf. Modifikationen vornehmen zu können. Die Fachkonferenz (als professionelle Lerngemeinschaft) trägt durch diesen Prozess zur Qualitätsentwicklung und damit zur Qualitätssicherung des Faches Biologie bei.

Der Prüfmodus erfolgt jährlich. Zu Schuljahresbeginn werden die Erfahrungen des vergangenen Schuljahres in der Fachschaft gesammelt, bewertet und eventuell notwendige Konsequenzen und Handlungsschwerpunkte formuliert.

Die vorliegende Checkliste wird als Instrument einer solchen Bilanzierung genutzt. Sie ermöglicht es, den Ist-Zustand bzw. auch Handlungsbedarf in der fachlichen Arbeit festzustellen und zu dokumentieren, Beschlüsse der Fachkonferenz zur Fachgruppenarbeit in übersichtlicher Form festzuhalten sowie die Durchführung der Beschlüsse zu kontrollieren und zu reflektieren.

Bedingungen und Planungen der Fachgruppenarbeit		Ist-Zustand Auffälligkeiten	Änderungen/Konsequenzen/ Perspektivplanung	Wer (Verantwortlich)	Bis wann (Zeitraumen)
Funktionen					
	Fachvorsitz				
	Stellvertretung				
	Sammlungsleitung				
	Gefahrenstoffbeauftragung		Fristen beachten!		
	Sonstige Funktionen (im Rahmen der schulprogrammatischen fächerübergreifenden Schwerpunkte)				
Ressourcen					
personell	Fachlehrkräfte				
	Lerngruppen				
	Lerngruppengröße				
	...				
räumlich	Fachräume				
	Bibliothek				
	Computerraum				
	Raum für Fachteamarbeit				
	Sammlungsraum				
Bedingungen und Planungen der Fachgruppenarbeit		Ist-Zustand Auffälligkeiten	Änderungen/Konsequenzen/ Perspektivplanung	Wer (Verantwortlich)	Bis wann (Zeitraumen)
materiell/ sachlich	Lehrwerke				
	Fachzeitschriften				

	Ausstattung mit Demonstrationsexperimenten				
	Ausstattung mit Schülerexperimenten				
zeitlich	Abstände Fachteamarbeit				
	Dauer Fachteamarbeit				
Modifikation Unterrichtsvorhaben u. a. im Hinblick auf die Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung					
Leistungsbewertung/ Einzelinstrumente					
Klausuren					
Facharbeiten					
Bedingungen und Planungen der Fachgruppenarbeit		Ist-Zustand	Änderungen/Konsequenzen/	Wer	Bis wann
Kurswahlen		Auffälligkeiten	Perspektivplanung	(Verantwortlich)	(Zeitraumen)
Grundkurse					
Leistungskurse					
Projektkurse					
Leistungsbewertung/Grundsätze					
sonstige Mitarbeit					

Arbeitsschwerpunkt(e) SE				
fachintern				
- kurzfristig (Halbjahr)				
- mittelfristig (Schuljahr)				
- langfristig				
fachübergreifend				
- kurzfristig				
- mittelfristig				
- langfristig				
Bedingungen und Planungen der Fachgruppenarbeit	Ist-Zustand Auffälligkeiten	Änderungen/Konsequenzen/ Perspektivplanung	Wer (Verantwortlich)	Bis wann (Zeitraumen)
Fortbildung				
Fachspezifischer Bedarf				
- kurzfristig				
- mittelfristig				
- langfristig				
Fachübergreifender Bedarf				
- kurzfristig				
- mittelfristig				
- langfristig				

