



Schulinternes Curriculum

Biologie

Sekundarstufe II

August 2025

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen für das schulinterne Curriculum	3
1.1	Einführungsphase	3
1.1.1	Inhaltsfeld Zellbiologie.....	3
1.1.2	Übergeordnete Kompetenzerwartungen	4
1.2	Qualifikationsphase.....	6
1.2.1	Inhaltsfeld Ökologie	6
1.2.2	Inhaltsfeld Stoffwechselfysiologie	7
1.2.3	Inhaltsfeld Neurobiologie	8
1.2.4	Inhaltsfeld Genetik und Evolution	9
1.2.5	Übergeordnete Kompetenzerwartungen	10
	Sachkompetenz.....	10
	Erkenntnisgewinnungskompetenz.....	10
	Kommunikationskompetenz.....	11
	Bewertungskompetenz	12
2	Übersicht über die Unterrichtsvorhaben	13
2.1	Unterrichtsvorhaben Einführungsphase	13
2.2	Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase	15
3	Konkretisierte Unterrichtsvorhaben	20
3.1	Unterrichtsvorhaben Einführungsphase	20
3.2	Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase	28
4	Leistungsbewertung	54

1 Grundlagen für das schulinterne Curriculum

Die folgenden Aspekte sind dem Kernlehrplan Biologie NRW (Stand: 2022) entnommen.

1.1 Einführungsphase

1.1.1 Inhaltsfeld Zellbiologie

Inhaltliche Schwerpunkte und Aspekte

<i>Aufbau der Zelle</i>
<ul style="list-style-type: none">• prokaryotische Zelle• eukaryotische Zelle: Zusammenwirken von Zellbestandteilen, Kompartimentierung, Endosymbiontentheorie• Vielzeller: Zelldifferenzierung und Arbeitsteilung
<i>Genetik der Zelle</i>
<ul style="list-style-type: none">• Mitose: Chromosomen, Cytoskelett• Zellzyklus: Regulation• Meiose• Rekombination• Karyogramm: Genommutationen, Chromosomenmutationen
<i>Biochemie der Zelle</i>
<ul style="list-style-type: none">• Stoffgruppen: Kohlenhydrate, Lipide, Proteine• Biomembranen: Transport, Prinzip der Signaltransduktion, Zell-Zell-Erkennung
<i>Physiologie der Zelle</i>
<ul style="list-style-type: none">• Energieumwandlung: ATP-ADP-System, Redoxreaktionen• Anabolismus und Katabolismus• Enzyme: Kinetik, Regulation• physiologische Anpassungen: Homöostase
<i>Fachliche Verfahren</i>
<ul style="list-style-type: none">• Mikroskopie• Analyse von Familienstammbäumen• Untersuchung von osmotischen Vorgängen• Untersuchung von Enzymaktivitäten

Basiskonzepte

<i>Struktur und Funktion</i>
<ul style="list-style-type: none">• Kompartimentierung der eukaryotischen Zelle
<i>Stoff- und Energieumwandlung</i>
<ul style="list-style-type: none">• Energetischer Zusammenhang zwischen auf- und abbauendem Stoffwechsel
<i>Information und Kommunikation</i>
<ul style="list-style-type: none">• Prinzip der Signaltransduktion an Zellmembranen
<i>Steuerung und Regelung</i>
<ul style="list-style-type: none">• Prinzip der Homöostase bei der Osmoregulation
<i>Individuelle und evolutive Entwicklung</i>
<ul style="list-style-type: none">• Zelldifferenzierung bei der Bildung von Geweben

1.1.2 Übergeordnete Kompetenzerwartungen

Sachkompetenz	
Biologische Sachverhalte betrachten Die Schülerinnen und Schüler...	
S 1	beschreiben elementare zellbiologische Sachverhalte und ihre Anwendungen sachgerecht,
S 2	strukturieren und erschließen elementare zellbiologische Phänomene und ihre Anwendungen auch mithilfe von Basiskonzepten,
S 3	erläutern elementare zellbiologische Sachverhalte, auch indem sie Basiskonzepte nutzen,
S 4	formulieren zu biologischen Phänomenen theoriegeleitet Hypothesen und Aussagen.
Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten Die Schülerinnen und Schüler...	
S 5	strukturieren und erschließen die Eigenschaften von Zellen auch mithilfe von Basiskonzepten,
S 6	stellen Vernetzungen zwischen Systemebenen dar,
S 7	erläutern Prozesse in und zwischen Zellen sowie zwischen Zellen und ihrer Umwelt.
Erkenntnisgewinnungskompetenz	
Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln Die Schülerinnen und Schüler...	
E 1	beschreiben Phänomene und Beobachtungen als Ausgangspunkte von Untersuchungen,
E 2	identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu zellbiologischen Sachverhalten,
E 3	stellen überprüfbare Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf.
Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen Die Schülerinnen und Schüler...	
E 4	planen Untersuchungen und Modellierungen hypothesengeleitet, führen sie durch und protokollieren sie,
E 5	berücksichtigen bei der Planung von Untersuchungen sowie Modellierungen das jeweilige Variablengefüge,
E 6	beschreiben die Bedeutung der Variablenkontrolle beim Experimentieren,
E 7	nehmen Daten auch mithilfe digitaler Werkzeuge auf und werten sie aus,
E 8	wenden Laborgeräte und -techniken sachgerecht und unter Berücksichtigung der Sicherheitsbestimmungen an.
Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren Die Schülerinnen und Schüler...	
E 9	finden in Daten Strukturen, Beziehungen und Trends, erklären diese theoriebezogen und ziehen Schlussfolgerungen,
E 10	beurteilen die Gültigkeit von Daten und nennen mögliche Fehlerquellen,
E 11	überprüfen die Hypothese,
E 12	erläutern Möglichkeiten und Grenzen von Modellen,
E 13	reflektieren die Methode der Erkenntnisgewinnung,
E 14	nutzen bei der Interpretation von Untersuchungsbefunden auch chemische und physikalische Grundkenntnisse.
Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren Die Schülerinnen und Schüler...	
E 15	stellen Möglichkeiten und Grenzen des Erkenntnisgewinnungsprozesses bei Fragestellungen zu lebenden Systemen dar,
E 16	beschreiben die Kriterien wissenschaftlicher Wissensproduktion (Evidenzbasierung, Theorieorientierung),
E 17	beschreiben Bedingungen und Eigenschaften biologischer Erkenntnisgewinnung.
Kommunikationskompetenz	
Informationen erschließen Die Schülerinnen und Schüler...	
K 1	recherchieren zu elementaren zellbiologischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus,
K 2	wählen relevante und aussagekräftige Informationen und Daten zu biologischen Sachverhalten aus und erschließen Informationen aus Quellen mit verschiedenen Darstellungsformen,

K 3	prüfen die Übereinstimmung verschiedener Quellen im Hinblick auf deren Aussagen,
K 4	analysieren Herkunft, Qualität und Vertrauenswürdigkeit von verwendeten Quellen und Medien im Zusammenhang mit der Intention der Autorin/des Autors.
Informationen aufbereiten	
	Die Schülerinnen und Schüler...
K 5	strukturieren ausgewählte Informationen und leiten Schlussfolgerungen ab,
K 6	unterscheiden zwischen Alltags- und Fachsprache,
K 7	beschreiben die Unterschiede zwischen ultimativen und proximalen Erklärungen,
K 8	beschreiben die Unterschiede zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen,
K 9	nutzen geeignete Darstellungsformen bei der Aufbereitung biologischer Sachinformationen,
K 10	verarbeiten sach-, adressaten- und situationsgerecht Informationen zu elementaren zellbiologischen Sachverhalten.
Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren	
	Die Schülerinnen und Schüler...
K 11	präsentieren Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien,
K 12	belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate,
K 13	tauschen sich mit anderen konstruktiv über biologische Sachverhalte auch in digitalen kollaborativen Arbeitssituationen aus,
K 14	argumentieren wissenschaftlich zu biologischen Sachverhalten und berücksichtigen dabei empirische Befunde.
Bewertungskompetenz	
Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen	
	Die Schülerinnen und Schüler...
B 1	reflektieren die Bewertungsrelevanz eines Sachverhalts,
B 2	betrachten Sachverhalte aus biologischer und ethischer Perspektive,
B 3	beschreiben die Unterschiede zwischen deskriptiven und normativen Aussagen,
B 4	benennen Werte, die normativen Aussagen zugrunde liegen,
B 5	beurteilen Quellen in Bezug auf spezifische Interessenlagen,
B 6	stellen Möglichkeiten und Grenzen biologischer Sichtweisen dar.
Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen	
	Die Schülerinnen und Schüler...
B 7	wenden Bewertungskriterien unter Beachtung von Normen und Werten an,
B 8	wägen anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen ab,
B 9	begründen die eigene Meinung kriteriengeleitet mit Sachinformationen und Werten.
Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren	
	Die Schülerinnen und Schüler...
B 10	reflektieren kurz- und langfristige Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen,
B 11	reflektieren den Prozess der Bewertung,
B 12	beurteilen und bewerten persönliche und gesellschaftliche Auswirkungen von Anwendungen der Biologie.

1.2 Qualifikationsphase

1.2.1 Inhaltsfeld Ökologie

Inhaltliche Schwerpunkte und Aspekte

im Grundkurs

im Leistungskurs

<i>Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren 	
<ul style="list-style-type: none"> • Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven, ökologische Potenz 	
<ul style="list-style-type: none"> • Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf, Nahrungsnetz 	<ul style="list-style-type: none"> • Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf, Stickstoffkreislauf, Nahrungsnetz
<ul style="list-style-type: none"> • Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz, Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen 	
<ul style="list-style-type: none"> • Ökologische Nische 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Fortpflanzungsstrategien: r- und K-Strategien
	<ul style="list-style-type: none"> • Idealierte Populationsentwicklung: exponentielles und logistisches Wachstum
<i>Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts 	
<ul style="list-style-type: none"> • Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen, nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt
	<ul style="list-style-type: none"> • Ökologischer Fußabdruck
<i>Fachliche Verfahren</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal 	<ul style="list-style-type: none"> • Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative <i>und quantitative</i> Erfassung von Arten in einem Areal

Basiskonzepte

im Grund- und Leistungskurs

<i>Struktur und Funktion</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Kompartimentierung in Ökosystemebenen
<i>Stoff- und Energieumwandlung</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Stoffkreisläufe in Ökosystemen
<i>Steuerung und Regelung</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Positive und negative Rückkopplung ermöglichen physiologische Toleranz
<i>Individuelle und evolutive Entwicklung</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Angepasstheit an abiotische und biotische Faktoren

1.2.2 Inhaltsfeld Stoffwechselphysiologie

Inhaltliche Schwerpunkte und Aspekte

im Grundkurs

im Leistungskurs

<i>Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel, Stoffwechselregulation auf Enzymebene 	
<ul style="list-style-type: none"> • Stofftransport zwischen Kompartimenten 	
<ul style="list-style-type: none"> • Chemiosmotische ATP-Bildung 	
<ul style="list-style-type: none"> • Redoxreaktionen, Energieumwandlung, Energieentwertung, ATP-ADP-System 	
<i>Aufbauender Stoffwechsel</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Funktionale Anpassungen: Blattaufbau, Feinbau Chloroplast, Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum 	<ul style="list-style-type: none"> • Funktionale Anpassungen: Blattaufbau, Feinbau Chloroplast, Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, <i>Lichtsammelkomplex</i>
	<ul style="list-style-type: none"> • Energetisches Modell der Lichtreaktion
<ul style="list-style-type: none"> • Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren 	
<ul style="list-style-type: none"> • Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration 	
<ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen 	
	<ul style="list-style-type: none"> • C₄-Pflanzen
<i>Abbauender Stoffwechsel</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Feinbau Mitochondrium 	
<ul style="list-style-type: none"> • Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäurezyklus und Atmungskette 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Energetisches Modell der Atmungskette
	<ul style="list-style-type: none"> • Alkoholische Gärung und Milchsäuregärung
<i>Fachliche Verfahren</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Chromatografie 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Tracer-Methode

Basiskonzepte

im Grund- und Leistungskurs

<i>Struktur und Funktion</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse zeitgleich in einer Zelle 	
<i>Stoff- und Energieumwandlung</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen 	
<i>Steuerung und Regelung</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Negative Rückkopplung in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels 	
<i>Individuelle und evolutive Entwicklung</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Zelldifferenzierung bei fotosynthetisch aktiven Zellen 	<ul style="list-style-type: none"> • Zelldifferenzierung bei C₃- und C₄-Pflanzen

1.2.3 Inhaltsfeld Neurobiologie

Inhaltliche Schwerpunkte und Aspekte

im Grundkurs	im Leistungskurs
<i>Grundlagen der Informationsverarbeitung</i>	
<ul style="list-style-type: none"> Bau und Funktionen von Nervenzellen: Ruhepotenzial, Aktionspotenzial, Erregungsleitung 	<ul style="list-style-type: none"> Bau und Funktionen von Nervenzellen: Ruhepotenzial, Aktionspotenzial, Erregungsleitung, primäre und sekundäre Sinneszelle, Rezeptorpotenzial
<ul style="list-style-type: none"> Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, Stoffeinwirkung an Synapsen, neuromuskuläre Synapse 	
	<ul style="list-style-type: none"> Hormone: Hormonwirkung, Verschränkung hormoneller und neuronaler Steuerung
	<i>Neuronale Plastizität</i>
	<ul style="list-style-type: none"> Verrechnung: Funktion einer hemmenden Synapse, räumliche und zeitliche Summation
	<ul style="list-style-type: none"> Zelluläre Prozesse des Lernens
	<ul style="list-style-type: none"> Störungen des neuronalen Systems
<i>Fachliche Verfahren</i>	
<ul style="list-style-type: none"> Potenzialmessungen 	
	<ul style="list-style-type: none"> Neurophysiologische Verfahren

Basiskonzepte

im Grund- und Leistungskurs

<i>Struktur und Funktion</i>
<ul style="list-style-type: none"> Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Transmitter und Rezeptorprotein
<i>Stoff- und Energieumwandlung</i>
<ul style="list-style-type: none"> Energiebedarf des neuronalen Systems
<i>Information und Kommunikation</i>
<ul style="list-style-type: none"> Codierung und Decodierung von Information an Synapsen
<i>Steuerung und Regelung</i>
<ul style="list-style-type: none"> Positive Rückkopplung bei der Entstehung von Aktionspotenzialen
<i>Individuelle und evolutive Entwicklung</i>
<ul style="list-style-type: none"> Zelldifferenzierung am Beispiel der Myelinisierung von Axonen bei Wirbeltieren

1.2.4 Inhaltsfeld Genetik und Evolution

Inhaltliche Schwerpunkte und Aspekte

im Grundkurs

im Leistungskurs

<i>Molekulargenetische Grundlagen des Lebens</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Speicherung und Realisierung genetischer Information: Bau der DNA, semikonservative Replikation, Transkription, Translation 	
<ul style="list-style-type: none"> • Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung 	<ul style="list-style-type: none"> • Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, Modifikationen des Epigenoms durch DNA-Methylierung, Histonmodifikation, RNA-Interferenz
<ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal: Genmutationen 	
<ul style="list-style-type: none"> • Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Krebs: Krebszellen, Onkogene und Anti-Onkogene, personalisierte Medizin
<i>Entstehung und Entwicklung des Lebens</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Synthetische Evolutionstheorie: Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift, adaptiver Wert von Verhalten, Kosten-Nutzen-Analyse, reproduktive Fitness, Koevolution, Abgrenzung von nicht-naturwissenschaftlichen Vorstellungen 	
<ul style="list-style-type: none"> • Stammbäume und Verwandtschaft: Artbildung, Biodiversität, populationsgenetischer Artbegriff, Isolation, molekularbiologische Homologien, ursprüngliche und abgeleitete Merkmale 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Sozialverhalten bei Primaten: exogene und endogene Ursachen, Fortpflanzungsverhalten
	<ul style="list-style-type: none"> • Evolution des Menschen und kulturelle Evolution: Ursprung, Fossilgeschichte, Stammbäume und Verbreitung des heutigen Menschen, Werkzeuggebrauch, Sprachentwicklung
	<i>Fachliche Verfahren</i>
	<ul style="list-style-type: none"> • PCR
	<ul style="list-style-type: none"> • Gelelektrophorese
	<ul style="list-style-type: none"> • Gentechnik: Veränderung und Einbau von DNA, Gentherapeutische Verfahren

Basiskonzepte

im Grund- und Leistungskurs

<i>Struktur und Funktion</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Kompartimentierung bei der eukaryotischen Proteinbiosynthese
<i>Stoff- und Energieumwandlung</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Energiebedarf am Beispiel von DNA-Replikation und Proteinbiosynthese
<i>Information und Kommunikation</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Codierung und Decodierung von Information bei der Proteinbiosynthese

<i>Steuerung und Regelung</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Prinzip der Homöostase bei der Regulation der Genaktivität
<i>Individuelle und evolutive Entwicklung</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels

1.2.5 Übergeordnete Kompetenzerwartungen

Sachkompetenz
<i>Biologische Sachverhalte betrachten</i>
Die Schülerinnen und Schüler...
S 1 beschreiben biologische Sachverhalte sowie Anwendungen der Biologie sachgerecht,
S 2 strukturieren und erschließen biologische Phänomene sowie Anwendungen der Biologie auch mithilfe von Basiskonzepten,
S 3 erläutern biologische Sachverhalte, auch indem sie Basiskonzepte nutzen und fachübergreifende Aspekte einbinden,
S 4 formulieren zu biologischen Phänomenen sowie Anwendungen der Biologie theoriegeleitet Hypothesen und Aussagen.
Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten
Die Schülerinnen und Schüler...
S 5 strukturieren und erschließen die Eigenschaften lebender Systeme auch mithilfe von Basiskonzepten und erläutern die Eigenschaften unter qualitativen und quantitativen Aspekten,
S 6 stellen Vernetzungen zwischen Systemebenen (Molekular- bis Biosphärenebene) dar,
S 7 erläutern Prozesse in und zwischen lebenden Systemen sowie zwischen lebenden Systemen und ihrer Umwelt,
S 8 erläutern die Entstehung und Bedeutung von Biodiversität sowie Gründe für deren Schutz und nachhaltige Nutzung.
Erkenntnisgewinnungskompetenz
<i>Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln</i>
Die Schülerinnen und Schüler...
E 1 beschreiben Phänomene und Beobachtungen als Ausgangspunkte von Untersuchungen,
E 2 identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu biologischen Sachverhalten,
E 3 stellen theoriegeleitet Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf.
Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen
Die Schülerinnen und Schüler...
E 4 planen und führen hypothesengeleitete Beobachtungen, Vergleiche, Experimente und Modellierungen durch und protokollieren sie,
E 5 berücksichtigen bei der Planung von Beobachtungen, Vergleichen, Experimenten sowie Modellierungen das jeweilige Variablengefüge,
E 6 berücksichtigen die Variablenkontrolle beim Experimentieren,

E 7	nehmen qualitative und quantitative Daten auch mithilfe digitaler Werkzeuge auf und werten sie aus,
E 8	wenden Labor- und freilandbiologische Geräte und Techniken sachgerecht und unter Berücksichtigung der Sicherheitsbestimmungen an.
Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren	
	Die Schülerinnen und Schüler...
E 9	finden in erhobenen oder recherchierten Daten Strukturen, Beziehungen und Trends, erklären diese theoriebezogen und ziehen Schlussfolgerungen,
E 10	beurteilen die Gültigkeit von Daten und ermitteln mögliche Fehlerquellen,
E 11	widerlegen oder stützen die Hypothese (Hypothesenrückbezug),
E 12	diskutieren Möglichkeiten und Grenzen von Modellen,
E 13	reflektieren die eigenen Ergebnisse und den eigenen Prozess der Erkenntnisgewinnung,
E 14	stellen bei der Interpretation von Untersuchungsbefunden fachübergreifende Bezüge her.
Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren	
	Die Schülerinnen und Schüler...
E 15	reflektieren Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses sowie der gewonnenen Erkenntnisse (z. B. Reproduzierbarkeit, Falsifizierbarkeit, Intersubjektivität, logische Konsistenz, Vorläufigkeit),
E 16	reflektieren die Kriterien wissenschaftlicher Wissensproduktion (Evidenzbasierung, Theorieorientierung),
E 17	reflektieren Bedingungen und Eigenschaften biologischer Erkenntnisgewinnung.
Kommunikationskompetenz	
<i>Informationen erschließen</i>	
	Die Schülerinnen und Schüler...
K 1	recherchieren zu biologischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus,
K 2	wählen relevante und aussagekräftige Informationen und Daten zu biologischen Sachverhalten und anwendungsbezogenen Fragestellungen aus und erschließen Informationen aus Quellen mit verschiedenen, auch komplexen Darstellungsformen,
K 3	prüfen die Übereinstimmung verschiedener Quellen oder Darstellungsformen im Hinblick auf deren Aussagen,
K 4	analysieren Herkunft, Qualität und Vertrauenswürdigkeit von verwendeten Quellen und Medien sowie darin enthaltene Darstellungsformen im Zusammenhang mit der Intention der Autorin/ des Autors.
Informationen aufbereiten	
	Die Schülerinnen und Schüler...
K 5	strukturieren und interpretieren ausgewählte Informationen und leiten Schlussfolgerungen ab,
K 6	unterscheiden zwischen Alltags- und Fachsprache,
K 7	erklären Sachverhalte aus ultimativer und proximativer Sicht, ohne dabei unangemessene finale Begründungen zu nutzen,
K 8	unterscheiden zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen,
K 9	nutzen geeignete Darstellungsformen für biologische Sachverhalte und überführen diese ineinander,

K 10 verarbeiten sach-, adressaten- und situationsgerecht Informationen zu biologischen Sachverhalten.

Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren

Die Schülerinnen und Schüler...

K 11 präsentieren biologische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien,

K 12 prüfen die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate,

K 13 tauschen sich mit anderen konstruktiv über biologische Sachverhalte auch in digitalen kollaborativen Arbeitssituationen aus und vertreten, reflektieren und korrigieren gegebenenfalls den eigenen Standpunkt,

K 14 argumentieren wissenschaftlich zu biologischen Sachverhalten kriterien- und evidenzbasiert sowie situationsgerecht.

Bewertungskompetenz

Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen

Die Schülerinnen und Schüler...

B 1 analysieren Sachverhalte im Hinblick auf ihre Bewertungsrelevanz,

B 2 betrachten Sachverhalte aus unterschiedlichen Perspektiven,

B 3 unterscheiden deskriptive und normative Aussagen,

B 4 identifizieren Werte, die normativen Aussagen zugrunde liegen,

B 5 beurteilen Quellen hinsichtlich ihrer Herkunft und in Bezug auf spezifische Interessenlagen,

B 6 beurteilen Möglichkeiten und Grenzen biologischer Sichtweisen.

Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen

Die Schülerinnen und Schüler...

B 7 stellen Bewertungskriterien auf, auch unter Berücksichtigung außerfachlicher Aspekte,

B 8 entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug und wägen sie ab,

B 9 bilden sich kriteriengeleitet Meinungen und treffen Entscheidungen auf der Grundlage von Sachinformationen und Werten.

Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren

Die Schülerinnen und Schüler...

B 10 reflektieren kurz- und langfristige, lokale und globale Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen,

B 11 reflektieren den Prozess der Bewertung aus persönlicher, gesellschaftlicher und ethischer Perspektive,

B 12 beurteilen und bewerten Auswirkungen von Anwendungen der Biologie im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer, politischer und sozialer Perspektive.

2 Übersicht über die Unterrichtsvorhaben

2.1 Unterrichtsvorhaben Einführungsphase

<p>Unterrichtsvorhaben I: Aufbau und Funktion der Zelle Inhaltsfeld 1: Zellbiologie Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden¹</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte: Aufbau der Zelle, fachliche Verfahren: Mikroskopie</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none">• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)• fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Unterstützung von Sachverhalten nutzen (E)• Informationen erschließen (K)• Informationen aufbereiten (K)	<p>Unterrichtsvorhaben II: Mitose, Zellzyklus und Meiose Inhaltsfeld 1: Zellbiologie Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte: Genetik der Zelle, fachliche Verfahren: Analyse von Familienstammbäumen</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none">• Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)• Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)• kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)• Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren
<p>Unterrichtsvorhaben III: Biomembranen Inhaltsfeld 1: Zellbiologie Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte: Biochemie der Zelle, fachliche Verfahren: Untersuchung von osmotischen Vorgängen</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none">• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)	<p>Unterrichtsvorhaben IV: Energie, Stoffwechsel und Enzyme Inhaltsfeld 1: Zellbiologie Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte: Physiologie der Zelle, fachliche Verfahren: Untersuchung von Enzymaktivitäten</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none">• Erkenntnisprozess und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)• Informationen aufbereiten (K)

¹ à 45 Minuten

<ul style="list-style-type: none">• fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)• Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) <p>Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)</p>	
--	--

2.2 Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase

Ökologie

<p>Unterrichtsvorhaben I: Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen</p> <p>Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden (Gk) / ca. 22 Stunden (Lk)</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte: Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Fachliche Verfahren: Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none">• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)• fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Unterstützung von Sachverhalten nutzen (E)• Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)• Informationen aufbereiten (K)	<p>Unterrichtsvorhaben II: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften</p> <p>Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 9 Unterrichtsstunden (Gk) / ca. 18 Stunden (Lk)</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte: Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none">• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)• Informationen aufbereiten (K)• Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren• Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)
<p>Unterrichtsvorhaben III: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften</p> <p>Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 9 Unterrichtsstunden (Gk) / ca. 18 Stunden Lk</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte: Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none">• Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)• Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)• kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)• Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)	

Stoffwechselphysiologie

<p>Unterrichtsvorhaben I: Energieumwandlung in Lebewesen Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie Zeitbedarf: ca. 5 Unterrichtsstunden (Gk) / ca. 6 (Lk)</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none">• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)• Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) (Lk)	<p>Unterrichtsvorhaben II: Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie Zeitbedarf: ca. 11 Unterrichtsstunden / ca. 16 (Lk)</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none">• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)• Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) Lk• Informationen erschließen (K)• Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen
<p>Unterrichtsvorhaben III: Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden / ca. 24 Stunden (Lk)</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel, Fachliche Verfahren: Chromatographie, Tracer</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none">• Biologische Sachverhalte betrachten (S)• Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)• Informationen aufbereiten (K)• Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)	<p>Unterrichtsvorhaben IV: Fotosynthese – natürliche und anthropogene Prozessoptimierung (nur Lk) Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie Zeitbedarf: ca. 8 Unterrichtsstunden</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechselprozess</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none">• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)• Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)• Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)

Neurobiologie

Unterrichtsvorhaben I: Erregungsentstehung und Erregungsleitung an einem Neuron

Inhaltsfeld 2: Neurobiologie

Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden (Gk) / ca. 32 Stunden (LK)

Inhaltliche Schwerpunkte:

Grundlagen der Informationsverarbeitung,

Fachliche Verfahren: Potenzialmessungen, neurophysiologische Verfahren, Neuronale Plastizität (LK)

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)
- Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)
- Informationen aufbereiten (K)
- Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)

Genetik und Evolution

Unterrichtsvorhaben I: Speicherung und Expression genetischer Information / Regulation der Genexpression und Krebs

Inhaltsfeld: Genetik und Evolution

Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden im Gk / ca. 32 im Lk

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Speicherung und Realisierung genetischer Information
- Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten
- Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal
- Krebs (nur Lk)

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- strukturieren und erschließen biologische Phänomene sowie Anwendungen der Biologie auch mithilfe von Basiskonzepten (S)
- diskutieren Möglichkeiten und Grenzen von Modellen (E)
- fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)
- unterscheiden zwischen Alltags- und Fachsprache (K)

Unterrichtsvorhaben II: Humangenetik

Inhaltsfeld: Genetik und Evolution

Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden im Gk / ca. 24 im Lk

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- formulieren zu biologischen Phänomenen sowie Anwendungen der Biologie theoriegeleitet Hypothesen und Aussagen (S)
- erläutern die Entstehung und Bedeutung von Biodiversität sowie Gründe für deren Schutz und nachhaltige Nutzung (S, nur LK)
- argumentieren wissenschaftlich zu biologischen Sachverhalten kriterien- und evidenzbasiert sowie situationsgerecht (K)
- entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug und wägen sie ab (B)

Unterrichtsvorhaben III: Entstehung und Entwicklung des Lebens

Inhaltsfeld: Genetik und Evolution

Zeitbedarf: ca. 36 Unterrichtsstunden im Gk / ca. 50 Unterrichtsstunden im Lk

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Synthetische Evolutionstheorie: Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift, adaptiver Wert von Verhalten, Kosten-Nutzen-Analyse, reproduktive Fitness, Koevolution, Abgrenzung von nicht - naturwissenschaftlichen Vorstellungen
- Stammbäume und Verwandtschaft: Artbildung, Biodiversität, populationsgenetischer Artbegriff, Isolation, molekularbiologische Homologien, ursprüngliche und abgeleitete Merkmale
- Sozialverhalten bei Primaten: exogene und endogene Ursachen, Fortpflanzungsverhalten (nur LK)
- Evolution des Menschen und kulturelle Evolution: Ursprung, Fossilgeschichte, Stammbäume und Verbreitung des heutigen Menschen, Werkzeuggebrauch, Sprachentwicklung (nur LK)

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- formulieren zu biologischen Phänomenen sowie Anwendungen der Biologie theoriegeleitet Hypothesen und Aussagen (S)
- erläutern biologische Sachverhalte, auch indem sie Basiskonzepte nutzen und fachübergreifende Aspekte einbinden (S)
- finden in erhobenen oder recherchierten Daten Strukturen, Beziehungen und Trends, erklären diese theoriebezogen und ziehen Schlussfolgerungen (E)
- diskutieren Möglichkeiten und Grenzen von Modellen (E)
- verarbeiten und präsentieren sach-, adressaten- und situationsgerecht Informationen zu biologischen Sachverhalten (K)
- argumentieren wissenschaftlich zu biologischen Sachverhalten kriterien- und evidenzbasiert sowie situationsgerecht (K)
- betrachten Sachverhalte aus unterschiedlichen Perspektiven (B)

3 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben

3.1 Unterrichtsvorhaben Einführungsphase

Unterrichtsvorhaben I: Aufbau und Funktion der Zelle Inhaltsfeld 1: Zellbiologie Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden		
Inhaltliche Schwerpunkte: Aufbau der Zelle, fachliche Verfahren: Mikroskopie Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) • Informationen erschließen (K) • Informationen aufbereiten (K) 		Beiträge zu den Basiskonzepten: <i>Struktur und Funktion</i> <ul style="list-style-type: none"> • Kompartimentierung der eukaryotischen Zelle <i>Individuelle und evolutive Entwicklung</i> <ul style="list-style-type: none"> • Zelldifferenzierung bei der Bildung von Geweben
Mögliche Leitfragen und inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden²
Welche Strukturen können bei prokaryotischen und eukaryotischen Zellen mithilfe verschiedener mikroskopischer Techniken sichtbar gemacht werden? (ca. 6 Ustd.) <ul style="list-style-type: none"> • Mikroskopie • prokaryotische Zelle 	<ul style="list-style-type: none"> • vergleichen den Aufbau von prokaryotischen und eukaryotischen Zellen (S1, S2, K1, K2, K9). • begründen den Einsatz unterschiedlicher mikroskopischer Techniken für verschiedene 	<ul style="list-style-type: none"> • Biosysteme • Wdh. Kennzeichen des Lebendigen • Lichtmikroskopie, Präparation und wissenschaftliche Zeichnungen werden praktisch durchgeführt • Mikroskopieren von Zwiebelzelle, Wasserpest, Mundschleimhaut • Vergleich von Zellgrößen, Chancen und Grenzen unterschiedlicher Mikroskopier-techniken

² verbindliche Absprachen sind fett gedruckt, Empfehlungen/ Vorschläge sind nicht fett gedruckt.

<ul style="list-style-type: none"> eukaryotische Zelle 	<p>Anwendungsgebiete (S2, E2, E9, E16, K6).</p>	
<p>Wie ermöglicht das Zusammenwirken der einzelnen Zellbestandteile die Lebensvorgänge in einer Zelle? (ca. 6 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> eukaryotische Zelle: Zusammenwirken von Zellbestandteilen, Kompartimenten 	<ul style="list-style-type: none"> erklären Bau und Zusammenwirken der Zellbestandteile eukaryotischer Zellen und erläutern die Bedeutung der Kompartimentierung (S2, S5, K5, K10). 	<ul style="list-style-type: none"> Aufbau und Funktion von verschiedenen Zellbestandteilen pflanzlicher und tierischer Zellen anhand von Modellen und elektronenmikroskopischen Aufnahmen Zusammenwirken von Organellen Bedeutung der Kompartimentierung der eukaryotischen Zelle (Basiskonzept Struktur und Funktion) auch im Hinblick auf gegenläufige Stoffwechselprozesse
<p>Welche Erkenntnisse über den Bau von Mitochondrien und Chloroplasten stützen die Endosymbiontentheorie? (ca. 2 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> eukaryotische Zelle: Endosymbiontentheorie 	<ul style="list-style-type: none"> erläutern theoriegeleitet den prokaryotischen Ursprung von Mitochondrien und Chloroplasten (E9, K7) 	<ul style="list-style-type: none"> Besonderheiten von Mitochondrien und Chloroplasten (eigene DNA, Doppelmembran, Vermehrung durch Teilung)
<p>Welche morphologischen Anpasstheiten weisen verschiedene Zelltypen von Pflanzen und Tieren in Bezug auf ihre Funktion auf? (ca. 6 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> Vielzeller: Zelldifferenzierung und Arbeitsteilung Mikroskopie 	<ul style="list-style-type: none"> analysieren differenzierte Zelltypen mithilfe mikroskopischer Verfahren (S5, E7, E8, E13, K10). 	<ul style="list-style-type: none"> Mikroskopieren von Fertigpräparaten verschiedener Tier- und Pflanzenzellen (Muskelzellen, Nervenzellen, Blattgewebe, ...) Anpasstheiten von verschiedenen Laubblättern (Sonnen-/ Schattenblatt, ...) Anfertigen wissenschaftlicher Zeichnungen Reflexion der Systemebenen (Zelle, Gewebe, Organ, Organismus) unter Bezug zur Zelldifferenzierung bei der Bildung von Geweben (Basiskonzept Individuelle und evolutive Entwicklung)
<p>Welche Vorteile haben einzellige und vielzellige Organisationsformen? (ca. 4 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> vergleichen einzellige und vielzellige Lebewesen und erläutern die jeweiligen Vorteile ihrer Organisationsform (S3, S6, E9, K7, K8). 	<ul style="list-style-type: none"> unterschiedliche Organisationsformen innerhalb der <i>Chlamydomonadales</i> (Grünalgen-Reihe) und Ableitung der Eigenschaften von Vielzellern (Arbeitsteilung, Kommunikation, Fortpflanzung) anhand von <i>Volvox</i>

Unterrichtsvorhaben II: Mitose, Zellzyklus und Meiose		
Inhaltsfeld 1: Zellbiologie Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden		
Inhaltliche Schwerpunkte: Genetik der Zelle, Fachliche Verfahren: Analyse von Familienstammbäumen Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: <ul style="list-style-type: none"> • Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K) • Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) • Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B) 		Beiträge zu den Basiskonzepten: <i>Struktur und Funktion</i> <ul style="list-style-type: none"> • Genetischer Code, Mutation <i>Individuelle und evolutive Entwicklung</i> <ul style="list-style-type: none"> • Zelldifferenzierung, Meiose
Mögliche Leitfragen und inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden³
<i>Wie verläuft eine kontrollierte Vermehrung von Körperzellen?</i> (ca. 6 Ustd.) <ul style="list-style-type: none"> • Mitose: Chromosomen, Cytoskelett • Zellzyklus: Regulation 	<ul style="list-style-type: none"> • erklären die Bedeutung der Regulation des Zellzyklus für Wachstum und Entwicklung (S1, S6, E2, K3). 	<ul style="list-style-type: none"> • Erläuterung der Phasen des Zellzyklus, dabei Fokussierung auf die Entstehung genetisch identischer Tochterzellen. Berücksichtigung des Basiskonzeptes Struktur und Funktion: Abhängigkeit der Chromatin-Struktur von der jeweiligen Funktion • Erstellung eines Schemas zum Zellzyklus als Kreislauf mit Darstellung des Übergangs von Zellen in die G0-Phase. Dabei Unterscheidung der ruhenden Zellen und Beachtung unterschiedliche 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, Apoptose • Mikroskopieren von Wurzelspitzen (<i>Allium cepa</i>), Schätzung der Häufigkeit der verschiedenen Phasen (Mitose und Interphase) im Präparat

³ verbindliche Absprachen sind fett gedruckt, Empfehlungen/ Vorschläge sind nicht fett gedruckt.

<p>Wie kann unkontrolliertes Zellwachstum gehemmt werden und welche Risiken sind mit der Behandlung verbunden? (ca. 2 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • begründen die medizinische Anwendung von Zellwachstumshemmern (Zytostatika) und nehmen zu den damit verbundenen Risiken Stellung (S3, K13, B2, B6-B9). 	<ul style="list-style-type: none"> • Definition des Krankheitsbildes Krebs und Bedeutung von Tumoren • Recherche zu einem Zytostatikum und Erstellung eines Infoblattes mit Wirkmechanismus und Nebenwirkungen zur Erläuterung der Wirkungsweise, Fokussierung auf die unspezifische Wirkung von Zytostatika
<p>Welche Ziele verfolgt die Forschung mit embryonalen Stammzellen und wie wird diese Forschung ethisch bewertet? (ca. 4 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • diskutieren kontroverse Positionen zum Einsatz von embryonalen Stammzellen (K1-4, K12, B1-6, B10-12). 	<ul style="list-style-type: none"> • Pluripotenz embryonaler Stammzellen, Bedeutung bei der Entstehung unterschiedlicher Gewebe • Embryonale Stammzellforschung, ethische Relevanz des Einsatzes von embryonalen Stammzellen, ggf. Dilemma-Methode („Dürfen Embryonen getötet werden, um Krankheiten zu heilen?“ o.Ä.) • Entwicklung von Bewertungskriterien
<p>Nach welchem Mechanismus erfolgt die Keimzellbildung und welche Mutationen können dabei auftreten? (ca. 6 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Karyogramm: Genommutationen, Chromosomenmutationen • Meiose • Rekombination 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern Ursachen und Auswirkungen von Chromosomen- und Genommutationen (S1, S4, S6, E3, E11, K8, K14) 	<ul style="list-style-type: none"> • Meiose: Arbeit mit Knetgummimodellen, Rekombination (inter-/ intrachromosomal) • Erläuterung von Ursachen und Auswirkung der Genommutation • Definition der unterschiedlichen Formen von Chromosomenmutationen • Trisomie 21 (Downsyndrom) → fehlerhafte Meiose, freie Trisomie, Translokationstrisomie
<p>Inwiefern lassen sich Aussagen zur Vererbung genetischer Erkrankungen aus Familienstammbäumen ableiten? (ca. 2 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyse von Familienstammbäumen 	<ul style="list-style-type: none"> • wenden Gesetzmäßigkeiten der Vererbung auf Basis der Meiose bei der Analyse von Familienstammbäumen an (S6, E1-3, E11, K9, K13). 	<p>Hinweis: Schwerpunkt des Kompetenzerwerbs im Inhaltsfeld <i>Genetik und Evolution</i> (Q2)</p>

Unterrichtsvorhaben III: Biomembranen		
Inhaltsfeld 1: Zellbiologie Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden		
Inhaltliche Schwerpunkte: Biochemie der Zelle, fachliche Verfahren: Untersuchung von osmotischen Vorgängen Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) 		Beiträge zu den Basiskonzepten: <i>Information und Kommunikation</i> <ul style="list-style-type: none"> • Prinzip der Signaltransduktion an Zellmembranen <i>Steuerung und Regelung</i> <ul style="list-style-type: none"> • Prinzip der Homöostase bei der Osmoregulation
Mögliche Leitfragen und inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden⁴
<i>Wie können Zellmembranen einerseits die Zelle nach außen abgrenzen und andererseits doch durchlässig für Stoffe sein? – Teil I (ca. 5 Ustd.)</i> <ul style="list-style-type: none"> • physiologische Anpassungen: Homöostase • Untersuchung von osmotischen Vorgängen 	<ul style="list-style-type: none"> • erklären experimentelle Befunde zu Diffusion und Osmose mithilfe von Modellvorstellungen (E4, E8, E10–14). • erklären die Bedeutung der Homöostase des osmotischen Werts für zelluläre Funktionen und leiten mögliche Auswirkungen auf den Organismus ab (S4, S6, S7, K6, K10). 	<ul style="list-style-type: none"> • naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg • Hypothesengeleitete Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten zu Diffusion und Osmose, sodass ausgehend von der Beschreibung der Phänomene anhand von Modellvorstellungen zum Aufbau von Biomembranen die experimentellen Befunde erklärt werden können • mikroskopische Analyse osmotischer Prozesse in pflanzlichen Geweben (Plasmolyse Zwiebelzelle) • Osmoregulation Süß-/ Salzwasserfische

⁴ verbindliche Absprachen sind fett gedruckt, Empfehlungen/ Vorschläge sind nicht fett gedruckt.

<p>Wie hängen Strukturen und Eigenschaften der Moleküle des Lebens zusammen (ca. 5 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stoffgruppen: Kohlenhydrate, Lipide, Proteine 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6). 	<ul style="list-style-type: none"> • ggf. Reaktivierung von chemischem Vorwissen (Elemente, Bindungen, Wasser als polares Molekül, Ionen, ...) • ggf. Experimente zu den biochemischen Eigenschaften der Stoffgruppen
<p>Wie erfolgte die Aufklärung der Struktur von Biomembranen und welche Erkenntnisse führten zur Weiterentwicklung der jeweiligen Modelle? (ca. 6 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • stellen den Erkenntniszuwachs zum Aufbau von Biomembranen durch technischen Fortschritt und Modellierungen an Beispielen dar (E12, E15–17). 	<ul style="list-style-type: none"> • Gorter/ Grendel, Davson/ Danielli, Nicholson/ Singer • Membranmodelle, Modellkritik • Material: https://www.schulentwicklung.nrw.de/sinus/front_content.php?idcat=2904&lang=9
<p>Welche Strukturen sind für die Zell-Zell-Erkennung in einem Organismus verantwortlich? (ca. 1 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biomembranen: Transport, Prinzip der Signaltransduktion, Zell-Zell-Erkennung 		<ul style="list-style-type: none"> • Organtransplantation, Immunantwort auf körperfremde Organe • Vielzahl an Oberflächenstrukturen (Variationsmöglichkeiten Glykolipide/-proteine) • Bildung von Zellkontakten
<p>Wie können Zellmembranen einerseits die Zelle nach außen abgrenzen und andererseits doch durchlässig für Stoffe sein? – Teil II (ca. 3 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biomembranen: Transport, Prinzip der Signaltransduktion, Zell-Zell-Erkennung 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6). 	<ul style="list-style-type: none"> • Modellvorstellungen zu verschiedenen Transportprozessen durch Biomembranen • Erläuterung der Bedeutung zellulärer Transportsysteme am Beispiel von Darmepithelzellen, Drüsenzellen und der Blut-Hirn-Schranke
<p>Wie können extrazelluläre Botenstoffe, wie zum Beispiel Hormone, eine Reaktion in der Zelle auslösen? (ca. 2 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biomembranen: Transport, Prinzip der Signaltransduktion, Zell-Zell-Erkennung 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6). 	<ul style="list-style-type: none"> • Signaltransduktion am Beispiel Insulin, Ableitung der Auswirkungen des Insulins auf die Glucosekonzentration im Blut (Basiskonzept Information und Kommunikation) • Material https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6051

Unterrichtsvorhaben IV: Energie, Stoffwechsel und Enzyme		
Inhaltsfeld 1: Zellbiologie Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden		
Inhaltliche Schwerpunkte: Physiologie der Zelle, fachliche Verfahren: Untersuchung von Enzymaktivitäten Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: <ul style="list-style-type: none"> • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Informationen aufbereiten (K) 		Beiträge zu den Basiskonzepten: <i>Stoff- und Energieumwandlung</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Energetischer Zusammenhang zwischen auf- und abbauendem Stoffwechsel</i>
Mögliche Leitfragen und inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden ⁵
Wie können in der Zelle biochemische Reaktionen reguliert ablaufen? (ca. 12 Ustd.) <ul style="list-style-type: none"> • Enzyme: Kinetik • Untersuchung von Enzymaktivitäten • Enzyme: Regulation (Kompetitive Hemmung, allosterische Hemmung, Substrat- Endprodukt-Hemmung, Cofaktoren) 	<ul style="list-style-type: none"> • erklären die Regulation der Enzymaktivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9). • entwickeln Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von verschiedenen Faktoren und überprüfen diese mit experimentellen Daten (E2, E3, E6, E9, E11, E14). • beschreiben und interpretieren Diagramme zu enzymatischen Reaktionen (E9, K6, K8, K11). • erklären die Regulation der Enzymaktivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9). 	<ul style="list-style-type: none"> • Katalysator, Energiediagramm • Allgemeine Enzymgleichung, Substrat- und Wirksamkeit, aktives Zentrum • Erarbeitung der Merkmale von Enzymen als Proteine (→ EF.1) mit spezifischer Raumstruktur und ihrer Eigenschaft als Biokatalysatoren • Erarbeitung des Prinzips von Enzymreaktionen, dabei Berücksichtigung von Enzym-Eigenschaften wie Spezifität und Sättigung und Berücksichtigung des Schlüssel-Schloss-Prinzips (Basiskonzept Struktur und Funktion) • Entwicklung einer Modellvorstellung als geeignete Darstellungsform (E12, K9) • Experiment zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von der Substratkonzentration (Sättigung) und der Temperatur (z.B. Katalase aus Hefe, Leber oder Kartoffeln und Wasserstoffperoxid; alternativ Urease und Harnstoff) • Beschreiben und Interpretieren von Diagrammen • Planung und Durchführung von Experimenten • pH-Abhängigkeit, Temperaturabhängigkeit, Substratkonzentration • Fokussierung auf die korrekte Verwendung von Fachsprache und Vermeidung von

⁵ verbindliche Absprachen sind fett gedruckt, Empfehlungen/ Vorschläge sind nicht fett gedruckt.

		<p>Alltagssprache und ggf. Korrektur finaler Erklärungen (K6, K8)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kompetitive Hemmung, allosterische Hemmung, Substrat-Endprodukthemmung, Cofaktoren, Ausweitung von Modellvorstellungen (E12) • Arbeit mit Diagrammen (K9)
<p>Welcher Zusammenhang besteht zwischen aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel in einer Zelle stofflich und energetisch? (ca. 12 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anabolismus & Katabolismus • Energieumwandlung: ATP-ADP-System <p>Energieumwandlung: Redoxreaktionen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Bedeutung des ATP-ADP-Systems bei auf- und abbauenden Stoffwechselprozessen (S5, S6) • 	<ul style="list-style-type: none"> • Erstellung eines vereinfachten Schemas zum katabolen und anabolen Stoffwechsel, dabei Verdeutlichung des energetischen Zusammenhangs von abbauenden (exergonischen) und aufbauenden (endergonischen) Stoffwechselwegen • Belastungstest (Kniebeugen, Kontrolle von Puls und Atemzügen pro Minute) • Grundprinzip der energetischen Kopplung durch Energieüberträger, ATP-ADP-System, Verwendung einfacher Modellvorstellungen: ATP als Energieüberträger, (NADH+H⁺)-NAD⁺-System, Bedeutung von Reduktionsäquivalenten für den Stoffwechsel

3.2 Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase

Ökologie

Unterrichtsvorhaben I: Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen		
Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden Gk/ 22 Lk		
Inhaltliche Schwerpunkte: Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Fachliche Verfahren: Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Unterstützung von Sachverhalten nutzen (E) • Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E) • Informationen aufbereiten (K) 		Beiträge zu den Basiskonzepten: <i>Struktur und Funktion:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Kompartimentierung in Ökosystemebenen <i>Steuerung und Regelung:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Positive und negative Rückkopplung ermöglichen Toleranz <i>Individuelle und evolutive Entwicklung:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Angepasstheit an abiotische und biotische Faktoren
Mögliche Leitfragen und inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden
Welche Forschungsgebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Ökologie? <ul style="list-style-type: none"> • Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren. 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem (S5–7, K8). 	<i>Kontext:</i> Modellökosysteme, z.B. Flaschengarten <ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung des Vorwissens zu zentralen Begriffen der Ökologie (→ SI) • Darstellung des Wirkungsgefüges von Umweltfaktoren, Lebensvorgängen und Wechselbeziehungen von Lebewesen im gewählten Modellökosystem mit Hilfe einer Concept Map • Präsentation der Zusammenhänge unter Berücksichtigung kausaler Erklärungen und der Vernetzung von Systemebenen (S5–7, K8) • Präsentation zentraler Fragestellungen und Forschungsgebiete der Ökologie, die

		bei der Untersuchung des Zusammenwirkens von abiotischen und biotischen Faktoren im Verlauf der Unterrichtsvorhaben zur Ökologie eine Rolle spielen (Advance Organizer)
<p>Inwiefern bedingen abiotische Faktoren die Verbreitung von Lebewesen?</p> <ul style="list-style-type: none"> Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven 	<ul style="list-style-type: none"> untersuchen auf der Grundlage von Daten die physiologische und ökologische Potenz von Lebewesen (S7, E1-3, E9, E13). 	<ul style="list-style-type: none"> Herstellung eines Zusammenhangs zwischen einer langfristigen standortspezifischen Verfügbarkeit / Intensität eines Umweltfaktors und den entsprechenden Anpasstheiten bei Tieren am Beispiel des Umweltfaktors Wasser (ggf. Reaktivierung des Vorwissens zu morphologischen und physiologischen Anpasstheiten bei Pflanzen → UV 3 Stoffwechselphysiologie) Untersuchung der Temperaturpräferenz bei Wirbellosen (Temperaturorgel) Interpretation von Toleranzkurven eurythermer und stenothermer Lebewesen. Erklärung der unterschiedlichen physiologischen Temperatortoleranz ausgewählter Lebewesen unter Berücksichtigung des Basiskonzepts Steuerung und Regelung. Berücksichtigung der unterschiedlichen Temperatortoleranz 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)
<p>Welche Auswirkungen hat die Konkurrenz um Ressourcen an realen Standorten auf die Verbreitung von Arten?</p> <p>Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz,</p> <ul style="list-style-type: none"> Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische Potenz Ökologische Nische 	<ul style="list-style-type: none"> analysieren die Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- und interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6–K8). erläutern die ökologische Nische als Wirkungsgefüge (S4, S7, E17, K7, K8). 	<ul style="list-style-type: none"> Analyse von Langzeitdaten zur Abundanz verschiedener Arten in Mischkultur im Freiland und Vergleich der Standortfaktoren mit in Laborversuchen erhobenen Standortpräferenzen (E9, E17) Erläuterung des Konkurrenzbegriffs am Beispiel der intra- und der interspezifischen Konkurrenz (S7) Erklärung der ökologischen Potenz mit dem Zusammenwirken von physiologischer Toleranz und der Konkurrenzstärke um Ressourcen (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)
<p>Wie können Zeigerarten für das Ökosystem-</p>	<ul style="list-style-type: none"> bestimmen Arten in einem ausgewählten Areal und begründen ihr 	<ul style="list-style-type: none"> Erfassung von Arten auf einer schulnahen Wiese unter Verwendung eines Bestimmungsschlüssels (ggf. digital) und Recherche der Zeigerwerte dominanter Arten,

<p>management genutzt werden? Mit Exkursion!</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen, • Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal 	<p>Vorkommen mit dort erfassten ökologischen Faktoren (E3, E4, E7–9, E15, K8).</p> <ul style="list-style-type: none"> • analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14). 	<p>Aufstellen von Vermutungen zur Bodenbeschaffenheit (E3, E4, E7–9) [1]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sensibilisierung für den Zusammenhang von Korrelation und Kausalität (K8) und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses (E15) • Ableitung von Handlungsoptionen für das untersuchte Ökosystem (E15) • Internetrecherche zur ökologischen Problematik von intensiver Grünlandbewirtschaftung (Fettwiesen), Begründung von Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen von heimischen, artenreichen Magerwiesen (K11–14) [2,3]
---	--	---

<p>Unterrichtsvorhaben II: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften</p>		
<p>Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 9 Unterrichtsstunden / <i>ca.18 Lk</i></p>		
<p>Inhaltliche Schwerpunkte: Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K) • Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B) 	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p><i>Struktur und Funktion:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kompartimentierung in Ökosystemebenen <p><i>Individuelle und evolutive Entwicklung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Anpasstheit an abiotische und biotische Faktoren 	
<p>Mögliche Leitfragen und inhaltliche Aspekte</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</p>
<p><i>Welche grundlegenden Annahmen gibt es in der Ökologie über die</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • interpretieren grafische Darstellungen der Populationsdynamik 	<ul style="list-style-type: none"> • Analyse der Bedingungen für exponentielles und logistisches Wachstum, Interpretation von grafischen Darstellungen unter idealisierten und realen Bedingungen (E9,

<p>Dynamik von Populationen?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Idealisierte Populationsentwicklung: exponentielles und logistisches Wachstum • Fortpflanzungsstrategien: r- und K-Strategien 	<p>unter idealisierten und realen Bedingungen auch unter Berücksichtigung von Fortpflanzungsstrategien (S5, E9, E10, E12, K9).</p>	<p>E10)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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)
<p>In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interspezifische Beziehungen: Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen 	<ul style="list-style-type: none"> • analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6-K8). 	<ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung der charakteristischen Merkmale von Konkurrenz (→ UV1 Ökologie), Räuber-Beute-Beziehung, Parasitismus, Mutualismus und Symbiose an aussagekräftigen Beispielen. Ggf. Präsentationen zu den Wechselwirkungen unter Berücksichtigung der Fachsprache und der Unterscheidung von funktionalen und kausalen Erklärungen (K6, K8) • Analyse der Angepasstheiten ausgewählter interagierender Arten auf morphologischer und physiologischer Ebene, z. B. bei Symbiose oder Parasitismus (K7) • Analyse von Daten zu Wechselwirkungen und Bildung von Hypothesen zur vorliegenden Beziehungsform [1], Reflexion der Datenerfassung (z. B. Diskrepanz zwischen Labor- und Freilandbedingungen, Methodik) (E9) • Interpretation grafischer Darstellungen von Räuber-Beute-Systemen und kritische Reflexion der Daten auch im Hinblick auf Bottom Up- oder Top Down-Kontrolle (E9)
<p>Wie können Aspekte der Nachhaltigkeit im Ökosystemmanagement verankert werden?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität • Hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10). • analysieren Schwierigkeiten der Risikobewertung für hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt unter Berücksichtigung verschiedener Interessenslagen (E15, K10, K14, B1, B2, B5). 	<ul style="list-style-type: none"> • Analyse eines Fallbeispiels zur chemischen Schädlingsbekämpfung mit Pestizideinsatz (K12) • Erläuterung des Konflikts zwischen ökonomisch rentabler Umweltnutzung und Biodiversitätsschutz beim Einsatz von Pestiziden in der Landwirtschaft und Diskussion von Handlungsoptionen als Privatverbraucher (K14, B2, B5, B10) [2] • Bewertung von Handlungsoptionen im Sinne eines nachhaltigen Ökosystemmanagements und Diskussion von Handlungsoptionen als Privatverbraucher (K14) [3] • Angeleitete Recherche (z. B. auf den Seiten des Umweltbundesamtes [4]) zu den Auswirkungen hormonartig wirkender Pestizide auf Tiere und die Fruchtbarkeit des Menschen sowie der Anreicherung in Nahrungsketten (K10) • Nennung der Schwierigkeiten, die bei der Risikobewertung hormonartig wirkender Substanzen in der Umwelt auftreten und Diskussion der damit verbundenen Problematik eines Verbotsverfahrens (BfR Endokrine Disruptoren) (E15) • Analyse der Interessenslagen der involvierten Parteien (B1, B2) [5]

Unterrichtsvorhaben III: Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen		
Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 9 Unterrichtsstunden / 18 Lk		
Inhaltliche Schwerpunkte: Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: <ul style="list-style-type: none"> • Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) • Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K) • kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) • Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B) 		Beiträge zu den Basiskonzepten: <i>Struktur und Funktion:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Kompartimentierung in Ökosystemebenen <i>Stoff und Energieumwandlung:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Stoffkreisläufe in Ökosystemen
Mögliche Leitfragen und inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden
<i>In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften durch Energiefluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbindung?</i> <ul style="list-style-type: none"> • Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz 	<ul style="list-style-type: none"> • analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5). 	<ul style="list-style-type: none"> • Reaktivierung der Kenntnisse zu Nahrungsnetzen und Trophieebenen (→ SI) anhand der Betrachtung eines komplexen Nahrungsnetzes, Fokussierung auf die Stabilität artenreicher Netze und Hypothesenbildung zur begrenzten Anzahl an Konsumentenordnungen (S4) • ggf. Analyse eines Fallbeispiels zur Entkopplung von Nahrungsketten durch die Erderwärmung [1] • Erläuterung der Bedeutung der einzelnen Trophieebenen in Stoffkreisläufen (→ IF Stoffwechselphysiologie) • Interpretation der Unterschiede der Speichermenge 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

		<ul style="list-style-type: none"> • Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der modellhaften Darstellungen (E12) • Anwendung der erworbenen Kenntnisse am Beispiel des Flächen- und Energiebedarfs für die Fleischproduktion auf Grundlage von Untersuchungsbefunden (E14) [2]
<p>Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10). 	<ul style="list-style-type: none"> • Darstellung der Austauschwege im Kohlenstoffkreislauf zwischen den Sphären der Erde (Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre, Biosphäre) [2,3] • Unterscheidung von langfristigem und kurzfristigem Kohlenstoffkreislauf und Erläuterung der Umweltschädlichkeit von fossilen Energiequellen in Bezug auf die Erderwärmung (E14)] • Recherche zu Kipppunkten (Tipping Points) des Klimawandels und Erläuterung eines Kippelements, z. B. Permafrostboden (K2) [6]
<p>Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts • Ökologischer Fußabdruck 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern geografische, zeitliche und soziale Auswirkungen des anthropogen bedingten Treibhauseffektes und entwickeln Kriterien für die Bewertung von Maßnahmen (S3, E16, K14, B4, B7, B10, B12). • beurteilen anhand des ökologischen Fußabdrucks den Verbrauch endlicher Ressourcen aus verschiedenen Perspektiven (K13, K14, B8, B10, B12). 	<ul style="list-style-type: none"> • Identifikation nicht wissenschaftlicher Aussagen im Vergleich zu wissenschaftlich fundierten Aussagen bezüglich des anthropogenen Einflusses auf den Treibhauseffekt (E16) [7] • Angeleitete Recherche zu den geografischen, zeitlichen und sozialen Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffekts sowie zu den beschlossenen Maßnahmen [4] • Entwicklung von Kriterien für die Bewertung der Maßnahmen unter Berücksichtigung der Dimensionen für globale Entwicklung (Umwelt, Soziales, Wirtschaft) sowie Abschätzung der Wirksamkeit der Maßnahmen (B4, B7, K14, B12) • Ermittlung eines ökologischen Fußabdrucks, Reflexion der verschiedenen zur Ermittlung herangezogenen Dimensionen, Sammlung von Handlungsoptionen im persönlichen Bereich (B8, K13) • Erkennen der Grenzen der wissenschaftlichen Wissensproduktion und der Akzeptanz vorläufiger und hypothetischer Aussagen, die auf einer umfassenden Datenanalyse beruhen (E16)
<p>Wie können umfassende Kenntnisse über ökologische Zusammenhänge helfen, Lösungen für ein komplexes Umweltproblem zu entwickeln?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stickstoffkreislauf • Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, nachhaltige Nutzung 	<ul style="list-style-type: none"> • analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14). • analysieren die Zusammenhänge von 	<ul style="list-style-type: none"> • 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) [9,10] • Recherche zu einem ausgewählten, ggf. lokalen Umweltproblem, welches auf einem zu hohen Stickstoffeintrag beruht und zu den unternommenen

	Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5).	Renaturierungsmaßnahmen (K11-14).
--	---	-----------------------------------

Stoffwechselphysiologie

Unterrichtsvorhaben I: Energieumwandlung in Lebewesen		
Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie Zeitbedarf: ca. 6 Unterrichtsstunden		
Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) 		Beiträge zu den Basiskonzepten: <i>Struktur und Funktion</i> <ul style="list-style-type: none"> • Kompartimentierung der eukaryotischen Zelle <i>Stoff- und Energieumwandlung</i> <ul style="list-style-type: none"> • Energetische Kopplung von Stoffwechselprozessen
Mögliche Leitfragen und inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden
Wie wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in für sie nutzbare Energie um? <ul style="list-style-type: none"> • Energieumwandlung und -entwertung • Zusammenhang von Anabolismus und Katabolismus • Stofftransport zwischen den Kompartimenten • ATP-ADP-System • Chemiosmotische ATP-Bildung 	<ul style="list-style-type: none"> • vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11). 	<ul style="list-style-type: none"> • Anknüpfung an Inhalte aus der EF: <ul style="list-style-type: none"> ○ Belastungstests (Kniebeugen/Laufen mit Kontrolle von Puls und Atmung) ○ Schema zu anabolem und katabolem Stoffwechsel ○ Grundprinzipien energetischer Kopplung durch Energieüberträger • Exemplarische Erarbeitung der Bedeutung von ATP als Energieüberträger, des (NADH+H⁺)-NAD⁺-System, Bedeutung von Reduktionsäquivalenten für den Stoffwechsel • Ggf. Informationstexte und schematische Darstellungen zu Experimenten von Peter Mitchell (chemiosmotische Theorie) zum Aufbau eines Protonengradienten in den Mitochondrien für die ATP-Synthese

Unterrichtsvorhaben II: Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen

Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie

Zeitbedarf: ca. 11 Unterrichtsstunden / 16 Lk

<p>Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Informationen erschließen (K) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) 		<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p><i>Struktur und Funktion</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse <p><i>Individuelle und evolutive Entwicklung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Zelldifferenzierung bei der Bildung von Geweben
Mögliche Leitfragen und inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden
<p>Wie kann die Zelle durch den schrittweisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Feinbau Mitochondrium • Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidativer Decarboxylierung, Tricarbonsäurezyklus und Atmungskette • Energetisches Modell der Atmungskette • Redoxreaktionen 	<ul style="list-style-type: none"> • stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben und anaeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9). • vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11). 	<ul style="list-style-type: none"> • Anknüpfung an Inhalte aus der EF: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Wdh. Aufbau des Mitochondriums und damit Bedeutung von Kompartimentierung • Erarbeitung des gegliederten Ablaufes der Glykolyse mit der Stoff- und Energiebilanz
<p>Welche Bedeutung haben Gärungsprozesse für die Energiegewinnung? (nur Lk)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben und anaeroben Bedingungen dar und 	<ul style="list-style-type: none"> • Exemplarische Erarbeitung der alkoholischen Gärung, Nachvollziehen anaerober Stoffwechselwege im Vergleich zu aeroben Bedingungen

<ul style="list-style-type: none"> Alkoholische Gärung und Milchsäuregärung 	<p>erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9).</p> <ul style="list-style-type: none"> 	
<p>Wie beeinflussen Nahrungsergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel? Stoffwechselregulation auf Enzymebene</p>	<ul style="list-style-type: none"> erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels (S7, E1–4, E11, E12). nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1–4, B5, B7, B9). 	<ul style="list-style-type: none"> Betrachtung, Erarbeitung und Diskussion von Ernährung, insbesondere Nahrungsergänzung oder Diäten zur Ernährungsumstellung oder zur Leistungssteigerung

<p>Unterrichtsvorhaben III: Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie</p> <p>Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden / 24 Lk</p>	
<p>Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel, Fachliche Verfahren: Chromatografie, <i>Tracer-Methode</i></p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> Biologische Sachverhalte betrachten (S) Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E) Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) Informationen aufbereiten (K) 	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p><i>Struktur und Funktion</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse <p><i>Stoff- und Energieumwandlung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Energetische Kopplung von Stoffwechselprozessen <p><i>Steuerung und Regelung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Negative Rückkopplung in mehrstufigen Reaktionswegen <p><i>Individuelle und evolutive Entwicklung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Zelldifferenzierung bei fotosynthetisch aktiven Zellen

Mögliche Leitfragen und inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden
<p>Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von Pflanzen abhängig? (ca. 4 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abhängigkeit der Fotosynthese von Licht, Wasser, Kohlenstoffdioxid 	<ul style="list-style-type: none"> • analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11). 	<ul style="list-style-type: none"> • Aufbau eines Blattes zur Klärung der Reaktionsorte der Fotosynthese, ggf. Mikroskopie • Grundgleichung der Fotosynthese • Auswertung von Diagrammen zur Abhängigkeit verschiedener abiotischer Faktoren auf die Fotosyntheseaktivität, Experimente mit der Wasserpist (Bläschenzählversuch) und Äußerung von Versuchskritik
<p>Welche Blattstrukturen sind für die Fotosynthese von Bedeutung?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Funktionale Anpasstheiten des Blattaufbaus 	<ul style="list-style-type: none"> • erklären funktionale Anpasstheiten an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4–S6, E3, K6–8). • 	<ul style="list-style-type: none"> • Anknüpfen an Inhalte der EF: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Aufbau der Chloroplasten, Kompartimentierung • Mikroskopie von Blattquerschnitten (Dauerpräparate aus der Sammlung)
<p>Welche Funktionen haben Fotosynthesepigmente?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Funktionale Anpasstheiten der Absorptionsspektren von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, Feinbau Chloroplast • Chromatographie 	<ul style="list-style-type: none"> • erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13). • 	<ul style="list-style-type: none"> • Durchführung einer Chromatographie mit Blättern des Einblatts
<p>Wie erfolgt die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chemiosmotische ATP-Bildung • Energetisches Modell der Lichtreaktionen • Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen • Calvin-Zyklus, Fixierung, Reduktion, Regeneration • Tracer-Methode • Zusammenhang von Anabolismus und Katabolismus 	<ul style="list-style-type: none"> • vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11) • erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der Fotosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht (S2, S7, E2, K9). • werten durch die Anwendung von Tracermethoden erhaltene Befunde zum Ablauf mehrstufiger Reaktionswege aus (S2, E9, E10, E15). 	<ul style="list-style-type: none"> • Grundprinzipien von molekularen Tracern, ggf. weitere Experimente unter dem Aspekt zur Energieumwandlung

Unterrichtsvorhaben IV: Fotosynthese – natürliche und anthropogene Prozessoptimierung

Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie

Zeitbedarf: ca. 8 Unterrichtsstunden (nur Lk)

<p>Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechselprozess</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E) • Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B) 	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p><i>Struktur und Funktion</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse <p><i>Stoff- und Energieumwandlung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Energetische Kopplung von Stoffwechselprozessen <p><i>Steuerung und Regelung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Negative Rückkopplung in mehrstufigen Reaktionswegen <p><i>Individuelle und evolutive Entwicklung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Zelldifferenzierung bei fotosynthetisch aktiven Zellen 	
<p>Mögliche Leitfragen und inhaltliche Aspekte</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</p>
<p><i>Welche morphologischen und physiologischen Anpasstheiten ermöglichen eine effektive Fotosynthese an heißen und trockenen Standorten?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Funktionale Anpasstheit • C₄-Pflanzen • Stofftransport zwischen Kompartimenten 	<ul style="list-style-type: none"> • vergleichen die Sekundärvorgänge bei C₃- und C₄- Pflanzen und erklären diese mit der Anpasstheit an unterschiedliche Standortfaktoren (S1, S5, S7, K7). 	<ul style="list-style-type: none"> • Erarbeitung veränderter CO₂-Aufnahme und -Speicherung von C₄-Pflanzen • Mikroskopie Blattquerschnitte C₃/C₄-Pflanzen
<p><i>Inwiefern können die Erkenntnisse aus der Fotosyntheseforschung zur Lösung der weltweiten CO₂-Problematik beitragen? (ca. 4 Ustd.)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • beurteilen und bewerten multiperspektivisch Zielsetzungen einer biotechnologisch optimierten Fotosynthese im Sinne 	<ul style="list-style-type: none"> • Konkretisierung globaler Problematik von CO₂-Emissionen und gegenüberstellen von Möglichkeiten zur Verringerung/Vermeidung der Emission von klimawirksamen Gasen

Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen	einer nachhaltigen Entwicklung (E17, K2, K13, B2, B7, B12).	
---	---	--

Neurobiologie

Unterrichtsvorhaben I: Erregungsentstehung und Erregungsleitung an einem Neuron		
Inhaltsfeld 2: Neurobiologie Zeitbedarf: ca. 20 Stunden / Lk 32 Stunden		
Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlagen der Informationsverarbeitung, Fachliche Verfahren: Potenzialmessungen, neurophysiologische Verfahren, Neuronale Plastizität Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S) • Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E) • Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B) • Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B) 		Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion <ul style="list-style-type: none"> • Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Transmitter und Rezeptorprotein • Stoff- und Energieumwandlung • Energiebedarf des neuronalen Systems Steuerung und Regelung: <ul style="list-style-type: none"> • Positive Rückkopplung bei der Entstehung von Aktionspotenzialen Individuelle und evolutive Entwicklung: <ul style="list-style-type: none"> • Zelldifferenzierung am Beispiel der Myelinisierung von Axonen bei Wirbeltieren Information und Kommunikation: <ul style="list-style-type: none"> • Codierung und Decodierung von Information an Synapsen
Mögliche Leitfragen und inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden
<i>Wie ermöglicht die Struktur eines Neurons die Aufnahme und Weitergabe von Informationen?</i> <ul style="list-style-type: none"> • Bau und Funktionen von Nervenzellen 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12). 	<ul style="list-style-type: none"> • Vorstellung der strukturellen Merkmale einer Nervenzelle im Gegensatz zu den bisher bekannten Zelltypen (→ EF), hinsichtlich der Gliederung in Dendriten, Soma, Axon • Darstellung des Zusammenhangs von Struktur und Funktion • Aufzeigen der Möglichkeiten und Grenzen eines Neuron-Modells, z. B. durch den Vergleich einer schematischen Abbildung mit Realaufnahmen von Nervenzellen
<i>Wie ermöglicht die Struktur eines Neurons die Aufnahme und Weitergabe von Informationen?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Aufrechterhaltung und 	<ul style="list-style-type: none"> • Wiederholung der Transportmechanismen an Membranen (→ EF) • Klärung der Bedeutung der Ladungsverteilung an der Axonmembran unter Berücksichtigung des chemischen und elektrischen Potenzials, z. B. am

<ul style="list-style-type: none"> • Ruhepotenzial 	<p>Beeinflussung des Ruhepotenzials (S4, E3).</p>	<p>Beispiel Gemeiner Kalmar (<i>Loligo vulgaris</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von Hypothesen zur Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials und Erläuterung der Bedeutung von Natrium-Kalium-Ionenpumpen • Auswertung eines Experiments zur Beeinflussung des Ruhepotenzials (z. B. USING-Kammer)
<ul style="list-style-type: none"> • Bau und Funktionen von Nervenzellen: Aktionspotenzial • neurophysiologische Verfahren, Potenzialmessungen 	<ul style="list-style-type: none"> • erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge und stellen die Anwendung eines zugehörigen neurophysiologischen Verfahrens dar (S3, E14). 	<ul style="list-style-type: none"> • ggf. Einstieg: Reaktionstest mit Lineal • Erläuterung der Veränderungen der Ionenverteilung an der Membran beim Wechsel vom Ruhe- zum Aktionspotenzial, Phasen des Aktionspotenzials, korrekte Verwendung der Fachsprache • Beschreibung einer Versuchsanordnung zur Untersuchung von Potenzialänderungen an Neuronen • begründete Zuordnung von molekularen Vorgängen an der Axonmembran zu den passenden Kurven-Diagrammen (Potenzialmessung) • Auswertung eines Experiments zur Erforschung oder Beeinflussung des Aktionspotenzials, z. B. durch Blockade der spannungsgesteuerten Ionenkanäle • ggf. Vertiefung der Kenntnisse zur Informationsweiterleitung durch Bearbeitung der IQB-Aufgabe Schmerzen
<ul style="list-style-type: none"> • Bau und Funktionen von Nervenzellen: Erregungsleitung 	<ul style="list-style-type: none"> • vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an (S6, E1–3). 	<ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung des Phänomens der unterschiedlich schnellen Schmerzwahrnehmung, Aufstellen einer Forschungsfrage und Hypothesenbildung • modellgestützte Erarbeitung der beiden Erregungsleitungstypen und tabellarische Gegenüberstellung von schnellen A-Fasern und langsameren C-Fasern • Erarbeitung der zwei grundsätzlichen Möglichkeiten einer Steigerung der Weiterleitungsgeschwindigkeit, z. B. anhand einer Datentabelle: Erhöhung des Axondurchmessers (Bsp. <i>Loligo vulgaris</i>) oder Myelinisierung
<p>Wie kann eine Störung des neuronalen Systems die Informationsweitergabe beeinflussen?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Störungen des neuronalen Systems 	<ul style="list-style-type: none"> • analysieren die Folgen einer neuronalen Störung aus individueller und gesellschaftlicher Perspektive (S3, K1–4, B2, B6). 	<ul style="list-style-type: none"> • Erarbeitung des Krankheitsbildes: Autoimmunerkrankung, bei der die Myelinscheiden im ZNS zerstört werden • Analyse der Folgen einer neurodegenerativen Erkrankung für Individuum und Gesellschaft (B2, B6)
<p>Wie werden Reize aufgenommen und zu Signalen umgewandelt?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bau und Funktionen von Nervenzellen: 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern das Prinzip der Signaltransduktion bei primären und sekundären Sinneszellen (S2, K6, K10). 	<ul style="list-style-type: none"> • 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

<p>primäre und sekundäre Sinneszelle, Rezeptorpotenzial</p>		<ul style="list-style-type: none"> Vergleich der Funktionsweise mit einer sekundären Sinneszelle, z. B. einer Geschmackssinneszelle Hypothesenbildung zur Codierung der Reizstärke, Visualisierung der Zusammenhänge zwischen Reizstärke, Rezeptorpotenzial und Frequenz der Aktionspotenziale
<p>Wie erfolgt die Erregungsleitung vom Neuron zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese beeinflusst werden?</p> <ul style="list-style-type: none"> Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse 	<ul style="list-style-type: none"> erklären die Erregungsübertragung an einer Synapse und erläutern die Auswirkungen exogener Substanzen (S1, S6, E12, K9, B1, B6). erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge und stellen die Anwendung eines zugehörigen neurophysiologischen Verfahrens dar (S3, E14). 	<ul style="list-style-type: none"> Modellhafte Darstellung der Funktionsweise einer erregenden chemischen Synapse (z. B. cholinerge Synapse) Vertiefung der Funktion einer neuromuskulären Synapse durch Erarbeitung der Einwirkung von z. B. Botox, Berücksichtigung von Messwerten an einer un- und behandelten Synapse
<ul style="list-style-type: none"> Verrechnung: Funktion einer hemmenden Synapse, räumliche und zeitliche Summation 	<ul style="list-style-type: none"> erläutern die Bedeutung der Verrechnung von Potenzialen für die Erregungsleitung (S2, K11). 	<ul style="list-style-type: none"> Vergleich von erregender und hemmender Synapse sowie Verrechnung von EPSP und IPSP (z. B. anhand des Modells einer Glühlampe, die abhängig vom Füllstand der leitenden Flüssigkeit leuchtet) Auswertung von Potenzialdarstellungen hinsichtlich der Verrechnung von Potenzialen Anwendung der Hemmung am Beispiel der Linderung des Juckreizes durch Kratzen ggf. Einsatz der Lernaufgabe „Giftcocktail von Meeresschnecken“ zur Vertiefung der Stoffeinwirkung an Synapsen
<ul style="list-style-type: none"> Stoffeinwirkung an Synapsen 	<ul style="list-style-type: none"> nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinde- rung Stellung (B5–9). 	<ul style="list-style-type: none"> Vorstellung der Wirkungsweise von Cannabis Hinweis: Da die konkretisierte Kompetenzerwartung vorwiegend dem Kompetenzbereich Bewertung zugeordnet ist, soll auf eine detaillierte Darstellung der molekularen Wirkungsweise von Cannabis verzichtet werden. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellungnahme. Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können

<p>Wie kann Lernen auf neuronaler Ebene erklärt werden?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zelluläre Prozesse des Lernens 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die synaptische Plastizität auf der zellulären Ebene und leiten ihre Bedeutung für den Prozess des Lernens ab (S2, S6, E12, K1). 	<ul style="list-style-type: none"> • Erarbeitung der synaptischen Plastizität auf zellulärer Ebene als aktivitätsabhängige Änderung der Stärke der synaptischen Übertragung (S6, E12, K1) • Erläuterung der Modellvorstellung vom Lernen durch Plastizität des neuronalen Netzwerks (Bahnung) und Ableitung von Strategien für den eigenen Lernprozess: Strukturierung und Kontextualisierung, Wiederholung, Nutzung verschiedener Eingangskanäle (multisensorisch, v.a. Visualisierung), Belohnung • ggf. Planung und Durchführung von Lernexperimenten (Zusammenhang zwischen Wiederholung und Lernerfolg, Einfluss von Ablenkung auf erfolgreiches Lernen) • ggf. Analyse der eigenen Einstellung zum Lernen bzw. zum Lerngegenstand, hier auch kritische Reflexion von geschlechterspezifischen Stereotypen möglich
<p>Wie wirken neuronales System und Hormonsystem bei der Stressreaktion zusammen? Hormone: Hormonwirkung, Verschränkung hormoneller und neuronaler Steuerung</p>	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Verschränkung von hormoneller und neuronaler Steuerung am Beispiel der Stressreaktion (S2, S6). 	<ul style="list-style-type: none"> • 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

Inhaltsfeld: Genetik und Evolution

Unterrichtsvorhaben I: Speicherung und Expression genetischer Information / Regulation der Genexpression und Krebs		
Inhaltsfeld: Genetik und Evolution Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden im Gk / <i>ca. 32 Unterrichtsstunden im Lk</i>		
Inhaltliche Schwerpunkte: <ul style="list-style-type: none"> • Speicherung und Realisierung genetischer Information • Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten • Zusammenhänge zwischen genetischem Material, Genprodukten und Merkmal • <i>Krebs (nur Lk)</i> Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: <ul style="list-style-type: none"> • strukturieren und erschließen biologische Phänomene sowie Anwendungen der Biologie auch mithilfe von Basiskonzepten (S) • diskutieren Möglichkeiten und Grenzen von Modellen (E) • fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E) • unterscheiden zwischen Alltags- und Fachsprache (K) 		Beiträge zu den Basiskonzepten: Struktur und Funktion <ul style="list-style-type: none"> • Kompartimentierung bei der eukaryotischen Proteinbiosynthese Stoff- und Energieumwandlung <ul style="list-style-type: none"> • Energiebedarf am Beispiel von DNA-Replikation und Proteinbiosynthese Information und Kommunikation <ul style="list-style-type: none"> • Codierung und Decodierung von Information bei der Proteinbiosynthese Steuerung und Regelung <ul style="list-style-type: none"> • Prinzip der Homöostase bei der Regulation der Genaktivität
Mögliche Leitfragen und inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden ⁶
Wie funktioniert die Übersetzung vom Gen zum Merkmal?	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern vergleichend die Realisierung der genetischen 	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeit mit Modellen (DNA, Proteinbiosynthese) • Kompartimente der Zelle wiederholen

⁶ verbindliche Absprachen sind fett gedruckt, Empfehlungen/ Vorschläge sind nicht fett gedruckt.

<ul style="list-style-type: none"> • Aufbau von DNA und RNA • Replikation der DNA • Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten: Prozessierung, alternatives Spleißen, posttranskriptionale Modifikation • Genetischer Code 	<p>Information bei Prokaryoten und Eukaryoten (S2, S5, E12, K5, K6)</p> <ul style="list-style-type: none"> • leiten ausgehend vom Bau der DNA das Grundprinzip der semi-konservativen Replikation aus experimentellen Befunden ab (S1, E1, E9, E11, K12) 	<ul style="list-style-type: none"> • Experiment von Meselson und Stahl • Energiebedarf bei Replikation und Proteinbiosynthese thematisieren • Arbeit mit der Codesonne
<p><i>LK: Welche Experimente gaben Aufschluss über den Ablauf der Proteinbiosynthese?</i></p>	<p>Im LK zusätzlich:</p> <ul style="list-style-type: none"> • deuten Ergebnisse von Experimenten zum Ablauf der Proteinbiosynthese (u. a. zur Entschlüsselung des genetischen Codes) (S4, E9, E12, K2, K9) 	<ul style="list-style-type: none"> • Versuche von Nirenberg (Natura NRW Oberstufe, Gesamtband, S,359) • Versuche von Khorana (Natura NRW Oberstufe, Gesamtband, S,359)
<p><i>Welche Auswirkungen haben Fehler bei der Übersetzung?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Genmutation: Punktmutation, Leserastermutation • Krankheiten durch Genmutation 	<ul style="list-style-type: none"> • erklären die Auswirkungen von Genmutationen auf Genprodukte und Phänotyp (S4, S6, S7, E1, K8) 	<ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge zwischen Gen, Genprodukt und Merkmal verdeutlichen
<p><i>LK: Wie können Genmutationen festgestellt werden?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • PCR • Elektrophorese 	<p>Im LK zusätzlich:</p> <ul style="list-style-type: none"> • erläutern PCR und Gelelektrophorese unter anderem als Verfahren zur Feststellung von Genmutationen (S4, S6, E8-10, K11) 	<ul style="list-style-type: none"> • Praktische Übung: Gel gießen, Pipettierübung (Materialien in der Sammlung vorhanden) • Tag der offenen Tür: Genetischer Fingerabdruck – Dem Täter auf der Spur • Ggf. Besuch des Science Forums der Uni Siegen zum Thema „Forensische Biologie“
<p><i>Wie wird die Expression eukaryotischer Gene reguliert?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Prinzip der Homöostase • Transkriptionsfaktoren • Epigenetik: DNA-Methylierung 	<ul style="list-style-type: none"> • erklären die Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten durch den Einfluss von Transkriptionsfaktoren und DNA-Methylierung (S2, S6, E9, K2, K11) 	<ul style="list-style-type: none"> • Biomax 23: Epigenetik max-wissen.de • Unterricht Biologie Schülerheft kompakt Nr.414: Genregulation bei Eukaryoten (pdf bei THOM verfügbar)
<p><i>LK: Wie wird die Expression eukaryotischer Gene reguliert?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • RNA-Interferenz 	<p>Im LK zusätzlich:</p> <ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Genregulation bei Eukaryoten durch RNA- 	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeit mit Modellen

<ul style="list-style-type: none"> • Epigenetik: Histon-Modifikation 	<p>Interferenz und Histon-Modifikation anhand von Modellen (S5, S6, E4, E5, K1, K10)</p>	
<p><i>LK: Wie entstehen Krebszellen und welche Therapieansätze gibt es?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Eigenschaften von Krebszellen • Zellzyklus-Regulation • Proto-Onkogene • Tumor-Suppressorgene • personalisierte Medizin 	<p>Im LK zusätzlich:</p> <ul style="list-style-type: none"> • begründen Eigenschaften von Krebszellen mit Veränderungen in Proto-Onkogenen und Anti-Onkogenen (Tumor-Suppressor-Genen) (S3, S5, S6, E12) • begründen den Einsatz der personalisierten Medizin in der Krebstherapie (S4, S6, E14, K13) 	<ul style="list-style-type: none"> • Gruppenpuzzle „Aspekte der Krebsentstehung beim Menschen“ (Cornelsen, erhältlich bei THOM) • Material Lehrerfortbildung „Genetik/Genomik“ (ras/p53)

<p>Unterrichtsvorhaben II: Humangenetik</p> <p>Inhaltsfeld: Genetik und Evolution Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden im Gk / <i>ca. 24 Unterrichtsstunden im Lk</i></p>	
<p><i>Inhaltliche Schwerpunkte:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Genetik menschlicher Erkrankungen: Familienstammbäume, Gentest und Beratung, Gentherapie</i> <p><i>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>formulieren zu biologischen Phänomenen sowie Anwendungen der Biologie theoriegeleitet Hypothesen und Aussagen (S)</i> • <i>erläutern die Entstehung und Bedeutung von Biodiversität sowie Gründe für deren Schutz und nachhaltige Nutzung (S, nur LK)</i> • <i>argumentieren wissenschaftlich zu biologischen Sachverhalten kriterien- und evidenzbasiert sowie situationsgerecht (K)</i> 	<p><i>Beiträge zu den Basiskonzepten: -</i></p>

<ul style="list-style-type: none"> entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug und wägen sie ab (B) 		
Mögliche Leitfragen und inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden⁷
<p>Wie werden unterschiedliche Merkmale vererbt?</p> <ul style="list-style-type: none"> Mutationen: Chromosomenmutation, Genommutation Erbgänge: autosomal/gonosomal, dominant/rezessiv 	<ul style="list-style-type: none"> analysieren Familienstammbäume und leiten daraus mögliche Konsequenzen für Gentest und Beratung ab (S4, E3, E11, E15, K14, B8) 	<ul style="list-style-type: none"> Aufstellen und Prüfen von Hypothesen zu den Familienstammbäumen mindestens ein Beispiel zu jedem gängigen Vererbungsmodus
<p>Wie und warum werden genetische Beratungen durchgeführt?</p> <ul style="list-style-type: none"> Genetische Beratung: Ziele und Gründe 	<ul style="list-style-type: none"> analysieren Familienstammbäume und leiten daraus mögliche Konsequenzen für Gentest und Beratung ab (S4, E3, E11, E15, K14, B8) 	<ul style="list-style-type: none"> Rollenspiel
<p>Welche Verfahren liefern Genetiker für neue Therapieansätze?</p> <ul style="list-style-type: none"> Gentherapeutische Verfahren: Ex-vivo und in-vivo, Vektoren, CRISP-Cas-Systeme 	<ul style="list-style-type: none"> bewerten Nutzen und Risiken einer Gentherapie beim Menschen (S1, K14, B3, B7-9; B11) 	<ul style="list-style-type: none"> Vorgehensweise bei einer ethischen Bewertung Pro- und Kontra-Diskussion
<p><i>LK: Wie sind gentherapeutische Verfahren zu bewerten?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Gentherapeutische Verfahren 	<p>Im LK zusätzlich:</p> <ul style="list-style-type: none"> bewerten Nutzen und Risiken einer Gentherapie beim Menschen und nehmen zum Einsatz gentherapeutischer Verfahren Stellung (S1, K14, B3, B7-9; B11) 	<ul style="list-style-type: none"> individuelle, strukturierte Stellungnahme schriftlich erstellen
<p><i>LK: Wie entstehen gentechnisch veränderte Organismen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Grundprinzipien der Gentechnik 	<p>Im LK zusätzlich:</p> <ul style="list-style-type: none"> erklären die Herstellung rekombinanter DNA und nehmen zur 	<ul style="list-style-type: none"> Unterrichtsmaterialien (schule-und-gentechnik.de)

⁷ verbindliche Absprachen sind fett gedruckt, Empfehlungen/ Vorschläge sind nicht fett gedruckt.

<ul style="list-style-type: none">• Gentechnische Werkzeuge zur Herstellung rekombinanter DNA• Bewertungskriterien für die Nutzung der veränderten Organismen	Nutzung gentechnisch veränderter Organismen Stellung (S1, S8, K4, K13, B2, B3, B9, B12)	
--	---	--

Unterrichtsvorhaben III: Entstehung und Entwicklung des Lebens

Inhaltsfeld: Genetik und Evolution

Zeitbedarf: ca. 36 Unterrichtsstunden im Gk / ca. 50 Unterrichtsstunden im Lk

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Synthetische Evolutionstheorie: Mutation, Rekombination, Selektion, Variation, Gendrift, adaptiver Wert von Verhalten, Kosten-Nutzen-Analyse, reproduktive Fitness, Koevolution, Abgrenzung von nicht - naturwissenschaftlichen Vorstellungen
- Stammbäume und Verwandtschaft: Artbildung, Biodiversität, populationsgenetischer Artbegriff, Isolation, molekularbiologische Homologien, ursprüngliche und abgeleitete Merkmale
- Sozialverhalten bei Primaten: exogene und endogene Ursachen, Fortpflanzungsverhalten (nur LK)
- Evolution des Menschen und kulturelle Evolution: Ursprung, Fossilgeschichte, Stammbäume und Verbreitung des heutigen Menschen, Werkzeuggebrauch, Sprachentwicklung (nur LK)

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- formulieren zu biologischen Phänomenen sowie Anwendungen der Biologie theoriegeleitet Hypothesen und Aussagen (S)
- erläutern biologische Sachverhalte, auch indem sie Basis-konzepte nutzen und fachübergreifende Aspekte einbinden (S)
- finden in erhobenen oder recherchierten Daten Strukturen, Beziehungen und Trends, erklären diese theoriebezogen und ziehen Schlussfolgerungen (E)
- diskutieren Möglichkeiten und Grenzen von Modellen (E)
- verarbeiten und präsentieren sach-, adressaten- und situationsgerecht Informationen zu biologischen Sachverhalten (K)
- argumentieren wissenschaftlich zu biologischen Sachverhalten kriterien- und evidenzbasiert sowie situationsgerecht (K)
- betrachten Sachverhalte aus unterschiedlichen Perspektiven (B)

Beiträge zu den Basiskonzepten:

Individuelle und evolutive Entwicklung

Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels

Mögliche Leitfragen und inhaltliche Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden⁸
<p>Wie entwickelte sich der Evolutionsgedanke?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Abgrenzung der naturwissenschaftlichen Vorstellungen zur Evolution (Gradualismus, Punktualismus) und der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung (Hypothesen, Untersuchungen, Modelle) von den Vorstellungen der Schöpfungslehre (Glauben) - die Entwicklung des Evolutionsgedankens (von Linné über Cuvier zu Lamarck und Darwin) - Voraussetzungen für die Entwicklung des Evolutionsgedankens 	<ul style="list-style-type: none"> - begründen die Abgrenzung der Synthetischen Evolutionstheorie gegen nicht-naturwissenschaftliche Positionen und nehmen zu diesen Stellung (S4, E2, E10, E12, K9, K11) 	<ul style="list-style-type: none"> - Aussagen der Schöpfungslehre (insbesondere die Aussagen des Kreationismus in Form des Intelligent Design) klar von Evolutionstheorien abgrenzen - kriterienorientierter Vergleich der unterschiedlichen Evolutionstheorien - SuS-Vorstellungen einbeziehen (z.B. Vorstellungen zu evolutiven Ereignissen, Alter der Erde, Aussterben der Dinosaurier usw.) - Zeitstrahl: Entwicklung des Lebens auf der Erde - Belege für eine Besiedlung der Erde in früher Zeit in Form von Fossilien befinden sich in der Sammlung (z.B. auch ein Trilobit, ausgestorbene Tierart, Leitfossil Kambrium-Perm)
<p>Das Prinzip Selektion - Darwin oder Lamarck?</p> <ul style="list-style-type: none"> - das Prinzip der Selektion und der reproduktiven Fitness als wesentliches Prinzip der Veränderung eines Genpools und des Artwandels - beide Theorien mit verschiedenen Beispielen (z.B. Giraffen, Birkenspanner, Specht, Sklavenhypothese usw.) - Variation durch Mutation und Rekombination als grundlegende Voraussetzung - verschiedene Selektionsformen anhand von Beispielen (stabilisierende Selektion: Lebende Fossilien – Quastenflosser, Nautilus) - direkte und indirekte Fitness - „Prinzip“ Koevolution (z.B. Entwicklung des Brutparasitismus beim Kuckuck, Vernetzung mit ökologischen Aspekten – in: Evolutionsbiologie – Moderne Themen für den Unterricht (Buch steht in der Sammlung) oder Gepard und Gazelle usw.) 	<ul style="list-style-type: none"> - begründen die Veränderungen im Genpool einer Population mit der Wirkung der Evolutionsfaktoren (S2, S5, S6, K7) - erläutern die Angepasstheit von Lebewesen auf Basis der reproduktiven Fitness auch unter dem Aspekt einer Kosten-Nutzen-Analyse (S3, S5 - S7, K7, K8) 	<ul style="list-style-type: none"> - Selektionsspiel (Sammlung) oder in „Biologie mit Alltagsvorstellungen unterrichten“ (Kattmann) - Präkonzepte mit einbeziehen (teleologische Vorstellungen, Anthropomorphismen, Essentialismus) und im Unterrichtsgespräch thematisieren - ein Beispiel für Selektion vor dem Hintergrund der Kosten Nutzen-Analyse ist das Phänomen der Bruthelfer bei verschiedenen Vogelarten (z.B. Florida - Buschblauhähern, auch indirekte Fitness) - Denken und Sprache in Einklang bringen (z.B. auch die Begriffe Anpassung und Angepasstheit klar unterscheiden) - am Beispiel der Sklavenhypothese die Grenzen der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung verdeutlichen (Unterricht Biologie, Heft 435 „Variabilität und Angepasstheit“)

⁸ verbindliche Absprachen sind fett gedruckt, Empfehlungen/ Vorschläge sind nicht fett gedruckt.

<p>Warum gibt es so viele verschiedene Arten auf der Erde?</p> <ul style="list-style-type: none"> - der morphologische und der populationsgenetische Artbegriff - allopatrische und sympatrische Artbildung an verschiedenen Beispielen (z.B. Alt – und Neuweltaffen, Grün – und Grauspecht, verschiedene Isolationsformen) - Gendrift (Gründerpopulation, Flaschenhalseffekt) - Prinzip: Adaptive Radiation (z.B. Galapagosfinken, Buntbarsche in den ostafrikanischen Seen usw.) 	<ul style="list-style-type: none"> - erklären Prozesse des Artwandels und der Artbildung mithilfe der Synthetischen Evolutionstheorie (S4, S6, S7, E12, K6, K7) 	<ul style="list-style-type: none"> - den hypothetischen Charakter der Aussagen hervorheben, die Arbeit mit Modellen als Möglichkeit der Veranschaulichung und der Vorhersage von Hypothesen thematisieren, Grenzen von Modellen - auf die Vernetzung mit allen Evolutionsfaktoren achten (Mutation, Rekombination, Variation, Selektion, Gendrift, Isolation) - Folien zur Adaptiven Radiation der Galapagosfinken befinden sich in der Sammlung, Filmmaterial, welches die geografischen und ökologischen Bedingungen auf den Galapagos-Inseln zeigt, ist zusätzlich motivierend und kann als Ausgangspunkt der Erarbeitung des Konzepts der adaptiven Radiation dienen - üben der Konzepte anhand von Anwendungsbeispielen (Diagnose, Verschriftlichungen einfordern)
<p>Verwandt oder nicht verwandt? Warum gibt es Ähnlichkeiten zwischen verschiedenen Arten oder Organismengruppen?</p> <ul style="list-style-type: none"> - analoge und konvergente Entwicklung an verschiedenen Beispielen (Vergleich morphologischer Merkmale) - Homologiekriterien, Anwendbarkeit - molekulare Homologien und Verfahren: DNA – Hybridisierung, Präzipitintest (Ablauf) - Auswertung von Ergebnissen zur stammesgeschichtlichen Verwandtschaft z.B. DNA-Sequenz-Analyse, Aminosäure-Sequenz-Analyse an verschiedenen Beispielen - Erstellung von phylogenetischen Stammbäumhypothesen und Analyse von Stammbaumhypothesen 	<ul style="list-style-type: none"> - 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) 	<ul style="list-style-type: none"> - in der Sammlung befinden sich verschiedene Skelette von Wirbeltieren und Schaukästen zur Veranschaulichung der Konzepte (z.B. die Maulwurfsgrille und der Maulwurf als Präparate) - Arbeiten mit Gendatenbanken (Vergleich der Ergebnisse von DNA-Sequenz-Analysen unterschiedlicher Arten), Aufstellen und Überprüfen von Stammbaumhypothesen (in: Evolutionsbiologie – Moderne Themen für den Unterricht, Buch steht in der Sammlung) - Stammbaumerstellung auf dem Lehrerfortbildungsserver Baden-Württemberg, Beispiel „Die Kopflinge“ - Stammbäume der Primaten als Vernetzungsmöglichkeit mit dem nächsten Thema nutzen (Lk)
<p>Spurensuche - Warum entwickelte sich der Mensch?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sozialverhalten insbesondere Paarungsstrategien der Primaten (Polygynie, Polygynandrie, Monogamie), Anpassungen im Sinne der Fitnessmaximierung - morphologische und ethologische Merkmale von Mensch und Menschenaffe (z.B. Schimpanse) - „Konnte Lucy aufrecht gehen?“ – Bedeutung des Fossilfunds im Hinblick auf das Verständnis der Evolution des Menschen, east side story, Selektionsvorteile des aufrechten Gangs, Verknüpfung mit der Paarungsstrategie der Vorfahren des Menschen - Modell zur Entwicklung des Gehirns / Sprachentwicklung / 	<ul style="list-style-type: none"> - erläutern datenbasiert das Fortpflanzungsverhalten von Primaten auch unter dem Aspekt der Fitnessmaximierung (S3, S5, E3, E9, K7) - diskutieren wissenschaftliche Befunde und Hypothesen zur Human evolution auch unter dem Aspekt ihrer Vorläufigkeit (S4, E9, E12, E15, K7, K8) - analysieren die Bedeutung der kulturellen Evolution für soziale Lebewesen (E9, E14, K7, K8, B2, B9) 	<ul style="list-style-type: none"> - Informationen und Material zu den Paarungsstrategien z.B. in Biosphäre Evolution (Mögliche Exkursion: Beobachtung von Primaten im Kölner Zoo) - Vernetzung mit Ökologie: Wiederholung K – und r – Strategien - verschiedene Schädelmodelle befinden sich in der Sammlung und können gut für vergleichende Betrachtungen eingesetzt werden - Out of Africa I: das Material im alten Biologiebuch (Sammlung) ist für das selbstständige Bearbeiten gut einsetzbar

<p>Werkzeuggebrauch - Out of Africa I (Homo erectus) / Out of Africa II (Mutter Eva – Hypothese, Homo sapiens)</p>		<ul style="list-style-type: none">- Filmmaterial zu Homo sapiens (DVD) in der Sammlung- kriterienorientierter Vergleich von biologischer und kultureller Evolution- sehr zu empfehlen ist eine Exkursion ins Neandertal-Museum nach Mettmann (mit Führung und dem Besuch der Steinzeitwerkstatt)
--	--	--

4 Leistungsbewertung

In der Sekundarstufe II können, je nach Wahl der Sek. II-Laufbahn, im Fach Biologie Klausuren geschrieben werden.

Jahrgangsstufe	Kursart	Anzahl der Klausuren
Einführungsphase	GK	1. Halbjahr: eine Klausur 2. Halbjahr: zwei Klausuren
	GK (LK)	1. Halbjahr: zwei Klausuren 2. Halbjahr: zwei Klausuren
Q1	GK und LK	1. Halbjahr: zwei Klausuren 2. Halbjahr: zwei Klausuren
Q2	GK und LK	1. Halbjahr: zwei Klausuren 2. Halbjahr: eine Klausur (Vorabitur)

Der Notengebung liegt, je nachdem, ob Klausuren geschrieben werden, folgende Verteilung zugrunde:

Schriftliche Leistung (Klausuren): 50 %
Sonstige Mitarbeit: 50 %

Sonstige Mitarbeit: 100 %

Für den Bereich der Sonstigen Mitarbeit gelten folgende Abmachungen:

Die nachfolgend aufgeführten Komponenten können zur Notengebung herangezogen werden, z. B.:

- mündliche Beteiligung (Qualität, Quantität, Beiträge in unterschiedlichen Anforderungsbereichen⁹)
- Beiträge in anderen Sozialformen (Gruppenarbeitsphasen, selbstständige Arbeitsphasen)
- Schriftliche Übungen

⁹ z. B.: konstruktive Fragen, Sprache (oberflächlich/ differenziert), Einbezug von biologischem Vorwissen, Grad an Abstraktionsfähigkeit

- Kurzpräsentationen (Präsentation eigener Lösungswege, Präsentation der Ergebnisse von Gruppenarbeiten, ...)
- Referate
- Protokolle
- Portfolios
- Arbeitsweise beim Experimentieren, Mikroskopieren, ...
- Vor- und Nachbereitung von Unterricht
- ...

(Fachschaft Biologie, Bereich Sek. II, im August 2023)