



Schulinternes Curriculum

# Biologie

Sekundarstufe II

---

August 2023

# Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen für das schulinterne Curriculum .....	3
1.1	Einführungsphase .....	3
1.1.1	Inhaltsfeld Zellbiologie.....	3
1.2	Qualifikationsphase.....	6
2	Übersicht über die Unterrichtsvorhaben .....	13
2.1	Unterrichtsvorhaben Einführungsphase .....	13
2.2	Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase .....	15
2.2.1	Grundkurs.....	15
2.2.2	Leistungskurs .....	18
3	Konkretisierte Unterrichtsvorhaben .....	21
3.1	Unterrichtsvorhaben Einführungsphase .....	21
3.2	Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase .....	29
3.2.1	Grundkurs.....	29
3.2.2	Leistungskurs .....	45
4	Leistungsbewertung .....	70

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

#### Basiskonzepte

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

## 1.1.2 Übergeordnete Kompetenzerwartungen

<b>Sachkompetenz</b>	
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.
<b>Erkenntnisgewinnungskompetenz</b>	
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.
<b>Kommunikationskompetenz</b>	
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.
<b>Informationen aufbereiten</b>	
	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.
<b>Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren</b>	
	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.
<b>Bewertungskompetenz</b>	
<b>Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen</b>	
	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.
<b>Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen</b>	
	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.
<b>Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren</b>	
	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"> <li>• Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven, ökologische Potenz</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf, Nahrungsnetz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf, Stickstoffkreislauf, Nahrungsnetz</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz, Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ökologische Nische</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortpflanzungsstrategien: r- und K-Strategien</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Idealisierte Populationsentwicklung: exponentielles und logistisches Wachstum</li> </ul>
<i>Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen, nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ökologischer Fußabdruck</li> </ul>
<i>Fachliche Verfahren</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative <i>und quantitative</i> Erfassung von Arten in einem Areal</li> </ul>

#### Basiskonzepte

##### im Grund- und Leistungskurs

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

## 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"> <li>• Zusammenhang von aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel, Stoffwechselregulation auf Enzymebene</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stofftransport zwischen Kompartimenten</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemiosmotische ATP-Bildung</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redoxreaktionen, Energieumwandlung, Energieentwertung, ATP-ADP-System</li> </ul>	
<i>Aufbauender Stoffwechsel</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionale Anpassungen: Blattaufbau, Feinbau Chloroplast, Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionale Anpassungen: Blattaufbau, Feinbau Chloroplast, Absorptionsspektrum von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, <i>Lichtsammelkomplex</i></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energetisches Modell der Lichtreaktion</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calvin-Zyklus: Fixierung, Reduktion, Regeneration</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C<sub>4</sub>-Pflanzen</li> </ul>
<i>Abbauender Stoffwechsel</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Feinbau Mitochondrium</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäurezyklus und Atmungskette</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energetisches Modell der Atmungskette</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alkoholische Gärung und Milchsäuregärung</li> </ul>
<i>Fachliche Verfahren</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chromatografie</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tracer-Methode</li> </ul>

### Basiskonzepte

#### im Grund- und Leistungskurs

<i>Struktur und Funktion</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse zeitgleich in einer Zelle</li> </ul>	
<i>Stoff- und Energieumwandlung</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energetische Kopplung der Teilreaktionen von Stoffwechselprozessen</li> </ul>	
<i>Steuerung und Regelung</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Negative Rückkopplung in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels</li> </ul>	
<i>Individuelle und evolutive Entwicklung</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelldifferenzierung bei fotosynthetisch aktiven Zellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelldifferenzierung bei C<sub>3</sub>- und C<sub>4</sub>-Pflanzen</li> </ul>

## 1.2.3 Inhaltsfeld Neurobiologie

### Inhaltliche Schwerpunkte und Aspekte

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

### Basiskonzepte

#### im Grund- und Leistungskurs

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

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

### Basiskonzepte

#### im Grund- und Leistungskurs

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

## Steuerung und Regelung

- Prinzip der Homöostase bei der Regulation der Genaktivität

## Individuelle und evolutive Entwicklung

- Selektion bei Prozessen des evolutiven Artwandels

### 1.2.5 Übergeordnete Kompetenzerwartungen

<b>Sachkompetenz</b>	
<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.
<b>Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten</b>	
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.
<b>Erkenntnisgewinnungskompetenz</b>	
<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.
<b>Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen</b>	
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.
<b>Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren</b>	
	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.
<b>Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren</b>	
	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.
<b>Kommunikationskompetenz</b>	
<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.
<b>Informationen aufbereiten</b>	
	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><b>Unterrichtsvorhaben I: Aufbau und Funktion der Zelle</b>          Inhaltsfeld 1: Zellbiologie          Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden<sup>1</sup></p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte:          Aufbau der Zelle, fachliche Verfahren: Mikroskopie</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Unterstützung von Sachverhalten nutzen (E)</li> <li>• Informationen erschließen (K)</li> <li>• Informationen aufbereiten (K)</li> </ul>	<p><b>Unterrichtsvorhaben II: Mitose, Zellzyklus und Meiose</b>          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"> <li>• Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)</li> <li>• Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)</li> <li>• kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)</li> <li>• Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren</li> </ul>
<p><b>Unterrichtsvorhaben III: Biomembranen</b>          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"> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> </ul>	<p><b>Unterrichtsvorhaben IV: Energie, Stoffwechsel und Enzyme</b>          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>

<sup>1</sup> à 45 Minuten

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

## 2.2 Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase

### 2.2.1 Grundkurs

#### Ökologie

<p><b>Unterrichtsvorhaben I: Anpassungen von Lebewesen an Umweltbedingungen</b></p> <p>Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden</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"><li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li><li>• fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Unterstützung von Sachverhalten nutzen (E)</li><li>• Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)</li><li>• Informationen aufbereiten (K)</li></ul>	<p><b>Unterrichtsvorhaben II: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften</b></p> <p>Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 9 Unterrichtsstunden</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"><li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li><li>• Informationen aufbereiten (K)</li><li>• Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren</li><li>• Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)</li></ul>
<p><b>Unterrichtsvorhaben III: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften</b></p> <p>Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 9 Unterrichtsstunden</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"><li>• Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)</li><li>• Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)</li><li>• kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)</li><li>• Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)</li></ul>	

## Stoffwechselphysiologie

<p><b>Unterrichtsvorhaben I: Energieumwandlung in Lebewesen</b> Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie Zeitbedarf: ca. 5 Unterrichtsstunden</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li></ul>	<p><b>Unterrichtsvorhaben II: Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen</b> Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie Zeitbedarf: ca. 11 Unterrichtsstunden</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li><li>• Informationen erschließen (K)</li><li>• Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)</li></ul>
<p><b>Unterrichtsvorhaben III: Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie</b> Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel, Fachliche Verfahren: Chromatographie</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Biologische Sachverhalte betrachten (S)</li><li>• Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)</li><li>• Informationen aufbereiten (K)</li></ul>	

## Neurobiologie

### **Unterrichtsvorhaben I: Informationsübertragung durch Nervenzellen**

Inhaltsfeld 2: Neurobiologie

Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden

Inhaltliche Schwerpunkte:

Grundlagen der Informationsverarbeitung,

Fachliche Verfahren: Potenzialmessungen

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:

- Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)
- Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)
- Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)

## Genetik und Evolution

## 2.2.2 Leistungskurs

### Ökologie

<p><b>Unterrichtsvorhaben I: Anpassungen von Lebewesen an Umweltbedingungen</b></p> <p>Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden</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"><li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li><li>• fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Unterstützung von Sachverhalten nutzen (E)</li><li>• Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)</li><li>• Informationen aufbereiten (K)</li></ul>	<p><b>Unterrichtsvorhaben II: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften</b></p> <p>Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden</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"><li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li><li>• Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)</li><li>• Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)</li><li>• Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)</li></ul>
<p><b>Unterrichtsvorhaben III: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften</b></p> <p>Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden</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"><li>• Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)</li><li>• Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)</li><li>• kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)</li><li>• Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)</li></ul>	

## Stoffwechselphysiologie

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

## Neurobiologie

<p><b>Unterrichtsvorhaben I: Erregungsentstehung und Erregungsleitung an einem Neuron</b></p> <p>Inhaltsfeld 2: Neurobiologie Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlagen der Informationsverarbeitung, Fachliche Verfahren: Potenzialmessungen, neurophysiologische Verfahren</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li><li>• Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)</li><li>• Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)</li></ul>	<p><b>Unterrichtsvorhaben II: Informationsweitergabe über Zellgrenzen</b></p> <p>Inhaltsfeld 2: Neurobiologie Zeitbedarf: ca. 14 Unterrichtsstunden</p> <p>Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlagen der Informationsverarbeitung, Neuronale Plastizität</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li><li>• Informationen aufbereiten (K)</li><li>• Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)</li></ul>
---	--

## Genetik und Evolution

### 3 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben

#### 3.1 Unterrichtsvorhaben Einführungsphase

<b>Unterrichtsvorhaben I: Aufbau und Funktion der Zelle</b>		
Inhaltsfeld 1: Zellbiologie Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden		
Inhaltliche Schwerpunkte: Aufbau der Zelle, fachliche Verfahren: Mikroskopie  Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)</li> <li>• Informationen erschließen (K)</li> <li>• Informationen aufbereiten (K)</li> </ul>		Beiträge zu den Basiskonzepten:  <i>Struktur und Funktion</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompartimentierung der eukaryotischen Zelle</li> </ul> <i>Individuelle und evolutive Entwicklung</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelldifferenzierung bei der Bildung von Geweben</li> </ul>
<b>Mögliche Leitfragen und inhaltliche Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen</b> Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b> <b>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden<sup>2</sup></b>
<i>Welche Strukturen können bei prokaryotischen und eukaryotischen Zellen mithilfe verschiedener mikroskopischer Techniken sichtbar gemacht werden? (ca. 6 Ustd.)</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikroskopie</li> <li>• prokaryotische Zelle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichen den Aufbau von prokaryotischen und eukaryotischen Zellen (S1, S2, K1, K2, K9).</li> <li>• begründen den Einsatz unterschiedlicher mikroskopischer Techniken für verschiedene</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biosysteme</li> <li>• Wdh. Kennzeichen des Lebendigen</li> <li>• <b>Lichtmikroskopie, Präparation und wissenschaftliche Zeichnungen werden praktisch durchgeführt</b></li> <li>• Mikroskopieren von Zwiebelzelle, Wasserpest, Mundschleimhaut</li> <li>• Vergleich von Zellgrößen, Chancen und Grenzen unterschiedlicher Mikroskopietechniken</li> </ul>

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

<ul style="list-style-type: none"> <li>eukaryotische Zelle</li> </ul>	<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"> <li>eukaryotische Zelle: Zusammenwirken von Zellbestandteilen, Kompartimenten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erklären Bau und Zusammenwirken der Zellbestandteile eukaryotischer Zellen und erläutern die Bedeutung der Kompartimentierung (S2, S5, K5, K10).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aufbau und Funktion von verschiedenen Zellbestandteilen pflanzlicher und tierischer Zellen anhand von Modellen und elektronenmikroskopischen Aufnahmen</li> <li>Zusammenwirken von Organellen</li> <li>Bedeutung der Kompartimentierung der eukaryotischen Zelle (Basiskonzept Struktur und Funktion) auch im Hinblick auf gegenläufige Stoffwechselprozesse</li> </ul>
<p>Welche Erkenntnisse über den Bau von Mitochondrien und Chloroplasten stützen die Endosymbiontentheorie? (ca. 2 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>eukaryotische Zelle: Endosymbiontentheorie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern theoriegeleitet den prokaryotischen Ursprung von Mitochondrien und Chloroplasten (E9, K7)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Besonderheiten von Mitochondrien und Chloroplasten (eigene DNA, Doppelmembran, Vermehrung durch Teilung)</li> </ul>
<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"> <li>Vielzeller: Zelldifferenzierung und Arbeitsteilung</li> <li>Mikroskopie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>analysieren differenzierte Zelltypen mithilfe mikroskopischer Verfahren (S5, E7, E8, E13, K10).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mikroskopieren von Fertigpräparaten verschiedener Tier- und Pflanzenzellen (Muskelzellen, Nervenzellen, Blattgewebe, ...)</li> <li>Anpasstheiten von verschiedenen Laubblättern (Sonnen-/ Schattenblatt, ...)</li> <li>Anfertigen wissenschaftlicher Zeichnungen</li> <li>Reflexion der Systemebenen (Zelle, Gewebe, Organ, Organismus) unter Bezug zur Zelldifferenzierung bei der Bildung von Geweben (Basiskonzept Individuelle und evolutive Entwicklung)</li> </ul>
<p>Welche Vorteile haben einzellige und vielzellige Organisationsformen? (ca. 4 Ustd.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>vergleichen einzellige und vielzellige Lebewesen und erläutern die jeweiligen Vorteile ihrer Organisationsform (S3, S6, E9, K7, K8).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>unterschiedliche Organisationsformen innerhalb der <i>Chlamydomonadales</i> (Grünalgen-Reihe) und Ableitung der Eigenschaften von Vielzellern (Arbeitsteilung, Kommunikation, Fortpflanzung) anhand von <i>Volvox</i></li> <li>Material: <ul style="list-style-type: none"> <li><a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6050">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6050</a></li> <li><a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6048">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6048</a></li> <li><a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6049">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6049</a></li> </ul> </li> </ul>

<b>Unterrichtsvorhaben II: Mitose, Zellzyklus und Meiose</b>		
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"> <li>• Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)</li> <li>• Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)</li> <li>• Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)</li> <li>• Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)</li> </ul>		Beiträge zu den Basiskonzepten:  <i>Struktur und Funktion</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Genetischer Code, Mutation</li> </ul> <i>Individuelle und evolutive Entwicklung</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelldifferenzierung, Meiose</li> </ul>
<b>Mögliche Leitfragen und inhaltliche Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen</b> Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b> <b>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden<sup>3</sup></b>
<i>Wie verläuft eine kontrollierte Vermehrung von Körperzellen?</i> (ca. 6 Ustd.) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitose: Chromosomen, Cytoskelett</li> <li>• Zellzyklus: Regulation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Bedeutung der Regulation des Zellzyklus für Wachstum und Entwicklung (S1, S6, E2, K3).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> <li>• 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</li> <li>• Mikroskopieren von Wurzelspitzen (<i>Allium cepa</i>), Schätzung der Häufigkeit der verschiedenen Phasen (Mitose und Interphase) im Präparat</li> </ul>

<sup>3</sup> 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"> <li>• begründen die medizinische Anwendung von Zellwachstumshemmern (Zytostatika) und nehmen zu den damit verbundenen Risiken Stellung (S3, K13, B2, B6-B9).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition des Krankheitsbildes Krebs und Bedeutung von Tumoren</li> <li>• Recherche zu einem Zytostatikum und Erstellung eines Infoblattes mit Wirkmechanismus und Nebenwirkungen zur Erläuterung der Wirkungsweise, Fokussierung auf die unspezifische Wirkung von Zytostatika</li> <li>• Material: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <a href="https://www.brd.nrw.de/system/files/migrated_documents/01_Cytologie-Krebstherapie_Jahrgang-EF_60a3feb654f1b.pdf">https://www.brd.nrw.de/system/files/migrated_documents/01_Cytologie-Krebstherapie_Jahrgang-EF_60a3feb654f1b.pdf</a></li> <li>○ <a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6052">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6052</a></li> </ul> </li> </ul>
<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"> <li>• diskutieren kontroverse Positionen zum Einsatz von embryonalen Stammzellen (K1-4, K12, B1-6, B10-12).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pluripotenz embryonaler Stammzellen, Bedeutung bei der Entstehung unterschiedlicher Gewebe</li> <li>• Embryonale Stammzellforschung, ethische Relevanz des Einsatzes von embryonalen Stammzellen, ggf. Dilemma-Methode („Dürfen Embryonen getötet werden, um Krankheiten zu heilen?“ o.Ä.)</li> <li>• Entwicklung von Bewertungskriterien</li> <li>• Material: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <a href="https://www.dpz.eu/de/infothek/wissen/stammzellforschung.html">https://www.dpz.eu/de/infothek/wissen/stammzellforschung.html</a></li> <li>○ <a href="https://zellux.net/">https://zellux.net/</a></li> <li>○ <a href="https://www.stammzellen.nrw.de/informieren/ethik-und-recht/ethische-fragestellungen">https://www.stammzellen.nrw.de/informieren/ethik-und-recht/ethische-fragestellungen</a></li> </ul> </li> </ul>
<p>Nach welchem Mechanismus erfolgt die Keimzellbildung und welche Mutationen können dabei auftreten? (ca. 6 Ustd.).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Karyogramm: Genommutationen, Chromosomenmutationen</li> <li>• Meiose</li> <li>• Rekombination</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Ursachen und Auswirkungen von chromosomen- und Genommutationen (S1, S4, S6, E3, E11, K8, K14)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meiose: Selbstlernplattform von Mallig: <a href="http://www.mallig.eduvinet.de/default.htm#kurs">http://www.mallig.eduvinet.de/default.htm#kurs</a>, Arbeit mit Knetgummimodellen, Rekombination (inter-/ intrachromosomal)</li> <li>• Erläuterung von Ursachen und Auswirkung der Genommutation</li> <li>• Definition der unterschiedlichen Formen von Chromosomenmutationen</li> <li>• Trisomie 21 (Downsyndrom) → fehlerhafte Meiose, freie Trisomie, Translokationstrisomie</li> </ul>
<p>Inwiefern lassen sich Aussagen zur Vererbung genetischer Erkrankungen aus Familienstammbäumen ableiten? (ca. 4 Ustd.).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse von Familienstammbäumen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden Gesetzmäßigkeiten der Vererbung auf Basis der Meiose bei der Analyse von Familienstammbäumen an (S6, E1-3, E11, K9, K13).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prognosen zum Auftreten spezifischer, genetisch bedingter Krankheiten werden für Paare mit Kinderwunsch ermittelt und für (weitere) Kinder begründet abgegeben.</li> <li>• Checkliste zum methodischen Vorgehen bei einer Stammbaumanalyse.</li> <li>• Exemplarische Beispiele von Familienstammbäumen</li> <li>• Selbstlernplattform von Mallig: <a href="http://www.mallig.eduvinet.de/default.htm#kur">http://www.mallig.eduvinet.de/default.htm#kur</a></li> <li>• Material: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/9932">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/9932</a></li> <li>○ <a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/9933">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/9933</a></li> </ul> </li> </ul>

<b>Unterrichtsvorhaben III: Biomembranen</b>		
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"> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)</li> <li>• Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)</li> <li>• Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)</li> </ul>		Beiträge zu den Basiskonzepten:  <i>Information und Kommunikation</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prinzip der Signaltransduktion an Zellmembranen</li> </ul> <i>Steuerung und Regelung</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prinzip der Homöostase bei der Osmoregulation</li> </ul>
<b>Mögliche Leitfragen und inhaltliche Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen</b> Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b> <b>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden<sup>4</sup></b>
<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"> <li>• physiologische Anpassungen: Homöostase</li> <li>• Untersuchung von osmotischen Vorgängen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären experimentelle Befunde zu Diffusion und Osmose mithilfe von Modellvorstellungen (E4, E8, E10–14).</li> <li>• erklären die Bedeutung der Homöostase des osmotischen Werts für zelluläre Funktionen und leiten mögliche Auswirkungen auf den Organismus ab (S4, S6, S7, K6, K10).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg</li> <li>• 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</li> <li>• mikroskopische Analyse osmotischer Prozesse in pflanzlichen Geweben (Plasmolyse Zwiebelzelle)</li> <li>• Osmoregulation Süß-/ Salzwasserfische</li> </ul>

<sup>4</sup> 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"> <li>• Stoffgruppen: Kohlenhydrate, Lipide, Proteine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. Reaktivierung von chemischem Vorwissen (Elemente, Bindungen, Wasser als polares Molekül, Ionen, ...)</li> <li>• ggf. Experimente zu den biochemischen Eigenschaften der Stoffgruppen</li> </ul>
<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"> <li>• stellen den Erkenntniszuwachs zum Aufbau von Biomembranen durch technischen Fortschritt und Modellierungen an Beispielen dar (E12, E15–17).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gorter/ Grendel, Davson/ Danielli, Nicholson/ Singer</li> <li>• Membranmodelle, Modellkritik</li> <li>• Material: <a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/sinus/front_content.php?idcat=2904&amp;lang=9">https://www.schulentwicklung.nrw.de/sinus/front_content.php?idcat=2904&amp;lang=9</a></li> </ul>
<p>Welche Strukturen sind für die Zell-Zell-Erkennung in einem Organismus verantwortlich? (ca. 1 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biomembranen: Transport, Prinzip der Signaltransduktion, Zell-Zell-Erkennung</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organtransplantation, Immunantwort auf körperfremde Organe</li> <li>• Vielzahl an Oberflächenstrukturen (Variationsmöglichkeiten Glykolipide/-proteine)</li> <li>• Bildung von Zellkontakten</li> </ul>
<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"> <li>• Biomembranen: Transport, Prinzip der Signaltransduktion, Zell-Zell-Erkennung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellvorstellungen zu verschiedenen Transportprozessen durch Biomembranen</li> <li>• Erläuterung der Bedeutung zellulärer Transportsysteme am Beispiel von Darmepithelzellen, Drüsenzellen und der Blut-Hirn-Schranke</li> </ul>
<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"> <li>• Biomembranen: Transport, Prinzip der Signaltransduktion, Zell-Zell-Erkennung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Funktionen von Biomembranen anhand ihrer stofflichen Zusammensetzung und räumlichen Organisation (S2, S5–7, K6).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Signaltransduktion am Beispiel Insulin, Ableitung der Auswirkungen des Insulins auf die Glucosekonzentration im Blut (Basiskonzept Information und Kommunikation)</li> <li>• Material <a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6051">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6051</a></li> </ul>

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"> <li>• Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)</li> <li>• Informationen aufbereiten (K)</li> </ul>		Beiträge zu den Basiskonzepten:  <i>Stoff- und Energieumwandlung</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Energetischer Zusammenhang zwischen auf- und abbauendem Stoffwechsel</i></li> </ul>
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 <sup>5</sup>
<i>Welcher Zusammenhang besteht zwischen aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel in einer Zelle stofflich und energetisch? (ca. 12 Ustd.)</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anabolismus &amp; Katabolismus</li> <li>• Energieumwandlung: ATP-ADP-System</li> <li>• Energieumwandlung: Redoxreaktionen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Bedeutung des ATP-ADP-Systems bei auf- und abbauenden Stoffwechselprozessen (S5, S6)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstellung eines vereinfachten Schemas zum katabolen und anabolen Stoffwechsel, dabei Verdeutlichung des energetischen Zusammenhangs von abbauenden (exergonischen) und aufbauenden (endergonischen) Stoffwechselwegen Material: <a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6054">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6054</a></li> <li>• <b>Belastungstest (Kniebeugen, Kontrolle von Puls und Atemzügen pro Minute)</b></li> <li>• Grundprinzip der energetischen Kopplung durch Energieüberträger, ATP-ADP-System, Verwendung einfacher Modellvorstellungen: ATP als Energieüberträger, (NADH+H<sup>+</sup>)-NAD<sup>+</sup>-System, Bedeutung von Reduktionsäquivalenten für den Stoffwechsel</li> </ul>
<i>Wie können in der Zelle biochemische Reaktionen reguliert ablaufen? (ca. 12 Ustd.)</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enzyme: Kinetik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Regulation der Enzymaktivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9).</li> <li>• entwickeln Hypothesen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität von</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Katalysator, Energiediagramm</li> <li>• Allgemeine Enzymgleichung, Substrat- und Wirksamkeit, aktives Zentrum</li> <li>• Erarbeitung der Merkmale von Enzymen als Proteine (→ EF.1) mit spezifischer Raumstruktur und ihrer Eigenschaft als Biokatalysatoren Material:</li> </ul>

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

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Untersuchung von Enzymaktivitäten</li> <li>• Enzyme: Regulation <i>(Kompetitive Hemmung, allosterische Hemmung, Substrat- Endprodukthemmung, Cofaktoren)</i></li> </ul>	<p>verschiedenen Faktoren und überprüfen diese mit experimentellen Daten (E2, E3, E6, E9, E11, E14).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und interpretieren Diagramme zu enzymatischen Reaktionen (E9, K6, K8, K11).</li> <li>• erklären die Regulation der Enzymaktivität mithilfe von Modellen (E5, E12, K8, K9).</li> </ul>	<p><a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6053">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6053</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erarbeitung des Prinzips von Enzymreaktionen, dabei Berücksichtigung von Enzymigenschaften wie Spezifität und Sättigung und Berücksichtigung des Schlüssel-Schloss-Prinzips (Basiskonzept Struktur und Funktion)</li> <li>• Entwicklung einer Modellvorstellung als geeignete Darstellungsform (E12, K9)</li> <li>• 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)</li> <li>• <b>Beschreiben und Interpretieren von Diagrammen</b></li> <li>• <b>Planung und Durchführung von Experimenten</b></li> <li>• pH-Abhängigkeit, Temperaturabhängigkeit, Substratkonzentration</li> <li>• Fokussierung auf die korrekte Verwendung von Fachsprache und Vermeidung von Alltagssprache und ggf. Korrektur finaler Erklärungen (K6, K8)</li> <li>• Kompetitive Hemmung, allosterische Hemmung, Substrat-Endprodukthemmung, Cofaktoren, Ausweitung von Modellvorstellungen (E12)</li> <li>• Arbeit mit Diagrammen (K9)</li> </ul>
--	---	--

## 3.2 Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase

### 3.2.1 Grundkurs

#### Ökologie

<b>Unterrichtsvorhaben I: Anpasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen</b>		
Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden		
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"> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Unterstützung von Sachverhalten nutzen (E)</li> <li>• Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)</li> <li>• Informationen aufbereiten (K)</li> </ul>	Beiträge zu den Basiskonzepten:  <i>Struktur und Funktion:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompartimentierung in Ökosystemebenen</li> </ul> <i>Steuerung und Regelung:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Positive und negative Rückkopplung ermöglichen Toleranz</li> </ul> <i>Individuelle und evolutive Entwicklung:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anpasstheit an abiotische und biotische Faktoren</li> </ul>	
<b>Mögliche Leitfragen und inhaltliche Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen</b> Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b> <b>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>
<b>Welche Forschungsgebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Ökologie?</b> (ca. 3 Ustd.) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem (S5–7, K8).</li> </ul>	<i>Kontext:</i> <b>Modellökosysteme, z.B. Flaschengarten</b> <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktivierung des Vorwissens zu zentralen Begriffen der Ökologie (→ SI)</li> <li>• Darstellung des Wirkungsgefüges von Umweltfaktoren, Lebensvorgängen und Wechselbeziehungen von Lebewesen im gewählten Modellökosystem mit Hilfe</li> </ul>

		<p>einer Concept Map</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentation der Zusammenhänge unter Berücksichtigung kausaler Erklärungen und der Vernetzung von Systemebenen (S5–7, K8)</li> </ul> <p>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>
<p><b>Inwiefern bedingen abiotische Faktoren die Verbreitung von Lebewesen?</b> (ca. 5 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• untersuchen auf der Grundlage von Daten die physiologische und ökologische Potenz von Lebewesen (S7, E1-3, E9, E13).</li> </ul>	<p>Kontext: <b>Eine Frage der Perspektive – Für Wüstenspringmäuse ist die Wüste kein extremer Lebensraum</b></p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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)</li> <li>• Interpretation von Toleranzkurven eurythermer und stenothermer Lebewesen.</li> <li>• Erklärung der unterschiedlichen physiologischen Temperatortoleranz ausgewählter Lebewesen unter Berücksichtigung des Basiskonzepts Steuerung und Regelung</li> <li>• 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)</li> </ul>
<p><b>Welche Auswirkungen hat die Konkurrenz um Ressourcen an realen Standorten auf die Verbreitung von Arten?</b>(ca. 5 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz,</li> <li>• Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische Potenz</li> <li>• Ökologische Nische</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren die Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- und interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6–K8).</li> <li>• erläutern die ökologische Nische als Wirkungsgefüge (S4, S7, E17, K7, K8).</li> </ul>	<p>Kontext: <b>Vergleich der Standortbedingungen für ausgewählte Arten in Mono- und Mischkultur</b></p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erläuterung des Konkurrenzbegriffs am Beispiel der intra- und der interspezifischen Konkurrenz, z. B. von Baumarten oder Gräsern in Mono- und Mischkultur (S7)</li> <li>• Erklärung der ökologischen Potenz mit dem Zusammenwirken von physiologischer Toleranz und der Konkurrenzstärke um Ressourcen (E9, K6–8)</li> <li>• 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 ultimatlen Erklärung der Einnischung (K7, E17)</li> </ul>

<p><b>Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden?</b> (ca. 3 Ustd.) + Exkursion</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen,</li> <li>• Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bestimmen Arten in einem ausgewählten Areal und begründen ihr Vorkommen mit dort erfassten ökologischen Faktoren (E3, E4, E7–9, E15, K8).</li> <li>• analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14).</li> </ul>	<p><i>Kontext:</i> <b>Fettwiese oder Magerrasen? – Zeigerpflanzen geben Aufschluss über den Zustand von Ökosystemen</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfassung von Arten auf einer schulnahen Wiese unter Verwendung eines Bestimmungsschlüssels (ggf. digital) und Recherche der Zeigerwerte dominanter Arten, Aufstellen von Vermutungen zur Bodenbeschaffenheit (E3, E4, E7–9) [1]</li> <li>• Sensibilisierung für den Zusammenhang von Korrelation und Kausalität (K8) und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses (E15)</li> <li>• Internetrecherche zur ökologischen Problematik von intensiver Grünlandbewirtschaftung (Fettwiesen), Begründung von Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen von heimischen, artenreichen Magerwiesen (K11–14) [2,3]</li> </ul>
---	--	--

<p><b>Unterrichtsvorhaben II: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften</b></p> <p>Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 9 Unterrichtsstunden</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"> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• Informationen aufbereiten (K)</li> <li>• Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren</li> <li>• Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)</li> </ul>	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p><i>Struktur und Funktion:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompartimentierung in Ökosystemebenen</li> </ul> <p><i>Individuelle und evolutive Entwicklung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anpasstheit an abiotische und biotische Faktoren</li> </ul>	
<p><b>Mögliche Leitfragen und inhaltliche Aspekte</b></p>	<p><b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen</b> Schülerinnen und Schüler...</p>	<p><b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b> <b>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b></p>

<p><b>In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar?</b> (ca. 5 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interspezifische Beziehungen: Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6-K8).</li> </ul>	<p><i>Kontext:</i>  <b>Gut vernetzt – Wechselwirkungen in Biozöosen</b>  <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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)</li> <li>• Analyse der Anpassungen ausgewählter interagierender Arten auf morphologischer und physiologischer Ebene, z. B. bei Symbiose (K7)          Analyse von Daten zu Wechselwirkungen und Bildung von Hypothesen zur vorliegenden Beziehungsform [1], Reflexion der Datenerfassung (z. B. Diskrepanz zwischen Labor- und Freilandbedingungen, Methodik) (E9)</li> </ul>
<p><b>Wie können Aspekte der Nachhaltigkeit im Ökosystemmanagement verankert werden?</b> (ca. 4 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10).</li> </ul>	<p><i>Kontext:</i>  <b>Pestizideinsatz in der Landwirtschaft</b>  <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse eines Fallbeispiels zur chemischen Schädlingsbekämpfung mit Pestizideinsatz (K12)</li> <li>• 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]</li> </ul>

Weiterführende Materialien:

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

<b>Unterrichtsvorhaben III: Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen</b>		
Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 9 Unterrichtsstunden		
Inhaltliche Schwerpunkte: Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität  Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)</li> <li>• Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)</li> <li>• kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)</li> <li>• Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)</li> </ul>		Beiträge zu den Basiskonzepten:  <i>Struktur und Funktion:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompartimentierung in Ökosystemebenen</li> </ul> <i>Stoff und Energieumwandlung:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffkreisläufe in Ökosystemen</li> </ul>
<b>Mögliche Leitfragen und inhaltliche Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen</b> Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b> <b>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>
<b><i>In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften durch Energiefluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbindung?</i></b> ca. 4 Ustd.) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5).</li> </ul>	<i>Kontext:</i> <b>Nahrungsbeziehungen und ökologischer Wirkungsgrad</b> <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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)</li> <li>• Erläuterung der Bedeutung der einzelnen Trophieebenen in Stoffkreisläufen (→ IF Stoffwechselphysiologie)</li> <li>• Interpretation der Unterschiede der Stoffspeicherung und des Stoffflusses in terrestrischen und aquatischen Systemen anhand von Biomassepyramiden</li> </ul>

		<p>und Produktionswertpyramiden (K5, E14)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretation von grafischen Darstellungen zum Energiefluss in einem Ökosystem unter Berücksichtigung des ökologischen Wirkungsgrads der jeweiligen Trophieebene</li> <li>• Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der modellhaften Darstellungen (E12)</li> </ul> <p>ggf. Anwendung der erworbenen Kenntnisse am Beispiel des Flächen- und Energiebedarfs für die Fleischproduktion auf Grundlage von Untersuchungsbefunden (E14) [1]</p>
<p><b>Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant?</b> (ca. 2 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10).</li> </ul>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Kohlenstoffkreislauf und Klimaschutz</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellung der Austauschwege im Kohlenstoffkreislauf zwischen den Sphären der Erde (Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre, Biosphäre) [2,3]</li> <li>• Unterscheidung von langfristigem und kurzfristigem Kohlenstoffkreislauf und Erläuterung der Umweltschädlichkeit von fossilen Energiequellen in Bezug auf die Erderwärmung (E14)]</li> </ul>
<p><b>Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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).</li> </ul>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Aktuelle Debatte um den Einfluss des Menschen auf den Klimawandel</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Angeleitete Recherche zu den geografischen, zeitlichen und sozialen Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffekts sowie zu den beschlossenen Maßnahmen [4]</li> <li>• 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)</li> </ul> <p>Erkennen der Grenzen der wissenschaftlichen Wissensproduktion und der Akzeptanz vorläufiger und hypothetischer Aussagen, die auf einer umfassenden Datenanalyse beruhen (E16)</p>

Weiterführende Materialien:

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

## Stoffwechselphysiologie

<b>Unterrichtsvorhaben I: Energieumwandlung in Lebewesen</b>		
Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie Zeitbedarf: ca. 5 Unterrichtsstunden		
Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen  Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: <ul style="list-style-type: none"> <li>Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> </ul>		Beiträge zu den Basiskonzepten:  <i>Struktur und Funktion</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kompartimentierung der eukaryotischen Zelle</li> </ul> <i>Stoff- und Energieumwandlung</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Energetische Kopplung von Stoffwechselprozessen</li> </ul>
<b>Mögliche Leitfragen und inhaltliche Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen</b> Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b> <b>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>
<i>Wie wandeln Organismen Energie aus der Umgebung in für sie nutzbare Energie um? (ca. 6 Ustd.)</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Energieumwandlung und -wertung</li> <li>Zusammenhang von Anabolismus und Katabolismus</li> <li>ATP-ADP-System</li> <li>Chemiosmotische ATP-Bildung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anknüpfung an Inhalte aus der EF:               <ul style="list-style-type: none"> <li>Belastungstests (Kniebeugen/Laufen mit Kontrolle von Puls und Atmung)</li> <li>Schema zu anabolem und katabolem Stoffwechsel</li> <li>Grundprinzipien energetischer Kopplung durch Energieüberträger</li> </ul> </li> <li>Exemplarische Erarbeitung der Bedeutung von ATP als Energieüberträger, des (NADH+H<sup>+</sup>)-NAD<sup>+</sup>-System, Bedeutung von Reduktionsäquivalenten für den Stoffwechsel</li> <li>Ggf. Informationstexte und schematische Darstellungen zu Experimenten von Peter Mitchell (chemiosmotische Theorie) zum Aufbau eines Protonengradienten in den Mitochondrien für die ATP-Synthese</li> </ul>

<b>Unterrichtsvorhaben II: Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen</b>		
Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie Zeitbedarf: ca. 11 Unterrichtsstunden		
Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen  Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• Informationen erschließen (K)</li> <li>• Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)</li> </ul>		Beiträge zu den Basiskonzepten:  <i>Struktur und Funktion</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse</li> </ul> <i>Individuelle und evolutive Entwicklung</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelldifferenzierung bei der Bildung von Geweben</li> </ul>
<b>Mögliche Leitfragen und inhaltliche Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen</b> Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b> <b>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>
<p><i>Wie kann die Zelle durch den schrittweisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen? (ca. 6 Ustd.)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Feinbau Mitochondrium</li> <li>• Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidativer Decarboxylierung, Tricarbonsäurezyklus und Atmungskette</li> <li>• Redoxreaktionen</li> </ul> <p><i>Wie beeinflussen Nahrungsergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel? (ca. 5 Ustd.)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffwechselregulation auf Enzymebene</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9).</li> <li>• erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels (S7, E1–4, E11, E12).</li> <li>• nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1–4, B5, B7, B9).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anknüpfung an Inhalte aus der EF:               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Wdh. Aufbau des Mitochondriums und damit Bedeutung von Kompartimentierung</li> </ul> </li> <li>• Erarbeitung des gegliederten Ablaufes der Glykolyse mit der Stoff- und Energiebilanz</li> <li>• Betrachtung, Erarbeitung und Diskussion von Ernährung, insbesondere Nahrungsergänzung oder Diäten zur Ernährungsumstellung oder zur Leistungssteigerung</li> </ul>

### Unterrichtsvorhaben III: Fotosynthese – Umwandlung von Lichtenergie in nutzbare Energie

Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie

Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden

<p>Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechsel, Fachliche Verfahren: Chromatographie</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biologische Sachverhalte betrachten (S)</li> <li>• Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen (E)</li> <li>• Informationen aufbereiten (K)</li> </ul>	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p><i>Struktur und Funktion</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse</li> </ul> <p><i>Stoff- und Energieumwandlung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energetische Kopplung von Stoffwechselprozessen</li> </ul> <p><i>Steuerung und Regelung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Negative Rückkopplung in mehrstufigen Reaktionswegen</li> </ul> <p><i>Individuelle und evolutive Entwicklung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelldifferenzierung bei fotosynthetisch aktiven Zellen</li> </ul>
--	---

<b>Mögliche Leitfragen und inhaltliche Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen</b> Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b> <b>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>
<p>Von welchen abiotischen Faktoren ist die autotrophe Lebensweise von Pflanzen abhängig? (ca. 4 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abhängigkeit der Fotosynthese von Licht, Wasser, Kohlenstoffdioxid</li> </ul> <p>Welche Blattstrukturen sind für die Fotosynthese von Bedeutung? (ca. 4 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionale Anpasstheiten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11).</li> <li>• erklären funktionale Anpasstheiten an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4–S6, E3, K6–8).</li> <li>• erklären funktionale Anpasstheiten an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4–S6, E3, K6–8).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau eines Blattes zur Klärung der Reaktionsorte der Fotosynthese ggf. Mikroskopie</li> <li>• Grundgleichung der Fotosynthese</li> <li>• Auswertung von Diagrammen zur Abhängigkeit verschiedener abiotischer Faktoren auf die Fotosyntheseaktivität, Experimente mit der Wasserpest (Bläschenzählversuch) und Äußerung von Versuchs kritik</li> <li>• Ggf. Stärkenachweis bei unterschiedlich beleuchteten Blättern</li> <li>• Anknüpfen an Inhalte der EF:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aufbau der Chloroplasten, Kompartimentierung</li> </ul> </li> <li>• Mikroskopie von Blattquerschnitten (Dauerpräparate aus der Sammlung)</li> </ul>

<p>des Blattaufbaus</p> <p><i>Welche Funktionen haben Fotosynthesepigmente?</i> (ca. 3 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionale Anpassungen der Absorptionsspektren von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, Feinbau Chloroplast</li> <li>• Chromatographie</li> </ul> <p><i>Wie erfolgt die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie?</i> (ca. 7 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemiosmotische ATP-Bildung</li> <li>• Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen</li> <li>• Calvin-Zyklus, Fixierung, Reduktion, Regeneration</li> <li>• Zusammenhang von Anabolismus und Katabolismus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13).</li> <li>• erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der Fotosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht (S2, S7, E2, K9).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ggf. Durchführung einer Chromatographie mit z. B. Paprika</li> </ul>
--	---	---

## Neurobiologie

<b>Unterrichtsvorhaben I: Informationsübertragung durch Nervenzellen</b>		
Inhaltsfeld 2: Neurobiologie Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden à 45 Minuten		
Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlagen der Informationsverarbeitung, Fachliche Verfahren: Potenzialmessungen  Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)</li> </ul> Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)		Beiträge zu den Basiskonzepten:  Struktur und Funktion <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Transmitter und Rezeptorprotein</li> </ul> Stoff- und Energieumwandlung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiebedarf des neuronalen Systems</li> </ul> Information und Kommunikation: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Codierung und Decodierung von Information an Synapsen</li> </ul> Steuerung und Regelung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Positive Rückkopplung bei der Entstehung von Aktionspotenzialen</li> </ul> Individuelle und evolutive Entwicklung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelldifferenzierung am Beispiel der Myelinisierung von Axonen bei Wirbeltieren</li> </ul>
<b>Mögliche Leitfragen und inhaltliche Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen</b> Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>
<i>Wie ermöglicht die Struktur eines Neurons die Aufnahme und Weitergabe von Informationen?</i> (ca. 12 Ustd.) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau und Funktionen von Nervenzellen: Ruhepotenzial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorstellung der strukturellen Merkmale einer Nervenzelle im Gegensatz zu den bisher bekannten Zelltypen (→ EF), hinsichtlich der Gliederung in Dendriten, Soma, Axon</li> <li>• Darstellung des Zusammenhangs von Struktur und Funktion</li> <li>• Aufzeigen der Möglichkeiten und Grenzen eines Neuron-Modells, z. B. durch den Vergleich einer schematischen Abbildung mit Realaufnahmen von Nervenzellen</li> <li>• Material:  <a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8273">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8273</a> </li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur Aufrechterhaltung und Beeinflussung des Ruhepotenzials (S4, E3).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wiederholung der Transportmechanismen an Membranen (→ EF)</li> <li>Klärung der Bedeutung der Ladungsverteilung an der Axonmembran unter Berücksichtigung des chemischen und elektrischen Potenzials, z. B. am Beispiel Gemeiner Kalmar (<i>Loligo vulgaris</i>)</li> <li>Entwicklung von Hypothesen zur Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials und Erläuterung der Bedeutung von Natrium-Kalium-Ionenpumpen</li> <li>Auswertung eines Experiments zur Beeinflussung des Ruhepotenzials (z. B. USSING-Kammer)</li> <li>Material: <a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8268">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8268</a></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bau und Funktionen von Nervenzellen: Aktionspotenzial</li> <li>Potenzialmessungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ggf. Einstieg: Reaktionstest mit Lineal</li> <li>Erläuterung der Veränderungen der Ionenverteilung an der Membran beim Wechsel vom Ruhe- zum Aktionspotenzial, Phasen des Aktionspotenzials, korrekte Verwendung der Fachsprache</li> <li>Beschreibung einer Versuchsanordnung zur Untersuchung von Potenzialänderungen an Neuronen</li> <li>begründete Zuordnung von molekularen Vorgängen an der Axonmembran zu den passenden Kurven-Diagrammen (Potenzialmessung)</li> <li>Auswertung eines Experiments zur Erforschung oder Beeinflussung des Aktionspotenzials, z. B. durch Blockade der spannungsgesteuerten Ionenkanäle</li> <li>ggf. Vertiefung der Kenntnisse zur Informationsweiterleitung durch Bearbeitung der IQB-Aufgabe Schmerzen</li> <li>Material: <ul style="list-style-type: none"> <li><a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6081">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6081</a></li> <li><a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366</a></li> <li><a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6082">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6082</a></li> </ul> </li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <a href="https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/get-TaskFile?id=p10^Schmerzgn^f20767">https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/get-TaskFile?id=p10^Schmerzgn^f20767</a></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau und Funktionen von Nervenzellen: Erregungsleitung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an (S6, E1–3).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung des Phänomens der unterschiedlich schnellen Schmerzwahrnehmung, Aufstellen einer Forschungsfrage und Hypothesenbildung</li> <li>• modellgestützte Erarbeitung der beiden Erregungsleitungstypen und tabellarische Gegenüberstellung von schnellen A-Fasern und langsameren C-Fasern</li> <li>• Erarbeitung der zwei grundsätzlichen Möglichkeiten einer Steigerung der Weiterleitungsgeschwindigkeit, z. B. anhand einer Datentabelle: Erhöhung des Axondurchmessers (Bsp. <i>Loligo vulgaris</i>) oder Myelinisierung</li> <li>• Material: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <a href="https://www.dasgehirn.info/krankheiten/schmerz/wie-schmerz-ins-gehirn-gelangt">https://www.dasgehirn.info/krankheiten/schmerz/wie-schmerz-ins-gehirn-gelangt</a></li> <li>○ <a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366</a></li> </ul> </li> </ul>
<p>Wie erfolgt die Informationsweitergabe zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese beeinflusst werden? (ca. 8 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Erregungsübertragung an einer Synapse und erläutern die Auswirkungen exogener Substanzen (S1, S6, E12, K9, B1, B6).</li> <li>• erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge (S3, E14).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellhafte Darstellung der Funktionsweise einer chemischen Synapse und Überführung in eine andere Darstellungsform, z. B. Erklärfilm oder Fließschema</li> <li>• Vertiefung der Funktion einer neuromuskulären Synapse durch Erarbeitung der Einwirkung von z. B. Botox, Berücksichtigung von Messwerten an einer unbehandelten und einer behandelten Synapse</li> <li>• Zuordnung des möglichen Wirkortes verschiedener exogener Stoffen an der Synapse, etwa am Beispiel der Conotoxine; Ergänzung des Erklärfilms oder Fließschemas</li> <li>• Material: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5369">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5369</a></li> </ul> </li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <a href="https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getTaskFile?id=p01^gift-cocktailmeeresschnecke^f21794">https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getTaskFile?id=p01^gift-cocktailmeeresschnecke^f21794</a></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffeinwirkung an Synapsen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5-9).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorstellung der Wirkungsweise des Cannabinoids THC</li> <li>• Hinweis: Da die konkretisierte Kompetenzerwartung dem Kompetenzbereich Bewertung zugeordnet ist, soll auf eine detaillierte Darstellung der molekularen Wirkungsweise von Cannabis verzichtet werden. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellungnahme.</li> <li>• Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können</li> <li>• Material: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <a href="https://www.ndr.de/ratgeber/gesundheit/Cannabis-Wirksames-Medikament-bei-chronischen-Schmerzen,cannabis212.html">https://www.ndr.de/ratgeber/gesundheit/Cannabis-Wirksames-Medikament-bei-chronischen-Schmerzen,cannabis212.html</a></li> <li>○ <a href="https://www.kssg.ch/schmerzzentrum/fuer-patienten-besucher/faq-cannabis-der-schmerztherapie">https://www.kssg.ch/schmerzzentrum/fuer-patienten-besucher/faq-cannabis-der-schmerztherapie</a></li> <li>○ <a href="https://www.bfarm.de/SharedDocs/Downloads/DE/Bundesopiumstelle/Cannabis/Vortrag_Cannabis_Begleiterhebung.pdf?blob=publicationFile">https://www.bfarm.de/SharedDocs/Downloads/DE/Bundesopiumstelle/Cannabis/Vortrag_Cannabis_Begleiterhebung.pdf?blob=publicationFile</a></li> <li>○ <a href="https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getPool-File?id=p01^pf21740">https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/getPool-File?id=p01^pf21740</a></li> </ul> </li> </ul>



### 3.2.2 Leistungskurs

#### Ökologie

Unterrichtsvorhaben I: Angepasstheiten von Lebewesen an Umweltbedingungen		
Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 22 Unterrichtsstunden		
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"> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Unterstützung von Sachverhalten nutzen (E)</li> <li>• Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien entwickeln (E)</li> <li>• Informationen aufbereiten (K)</li> </ul>		Beiträge zu den Basiskonzepten:  <i>Struktur und Funktion:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompartimentierung in Ökosystemebenen</li> </ul> <i>Steuerung und Regelung:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Positive und negative Rückkopplung ermöglichen Toleranz</li> </ul> <i>Individuelle und evolutive Entwicklung:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Angepasstheit an abiotische und biotische Faktoren</li> </ul>
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
<b>Welche Forschungsgebiete und zentrale Fragestellungen bearbeitet die Ökologie?</b> (ca. 3 Ustd.) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren in einem Ökosystem (S5–7, K8).</li> </ul>	<i>Kontext:</i> <b>Modellökosysteme, z.B. Flaschengarten</b> <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktivierung des Vorwissens zu zentralen Begriffen der Ökologie (→ SI)</li> <li>• Darstellung des Wirkungsgefüges von Umweltfaktoren, Lebensvorgängen und Wechselbeziehungen von Lebewesen im gewählten Modellökosystem mit Hilfe einer Concept Map</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentation der Zusammenhänge unter Berücksichtigung kausaler Erklärungen und der Vernetzung von Systemebenen (S5–7, K8)</li> <li>• 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)</li> </ul>
<p><b>Inwiefern bedingen abiotische Faktoren die Verbreitung von Lebewesen?</b> (ca. 8 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• untersuchen auf der Grundlage von Daten die physiologische und ökologische Potenz von Lebewesen (S7, E1-3, E9, E13).</li> </ul>	<p>Kontext:  <b>Eine Frage der Perspektive – Für Wüstenspringmäuse ist die Wüste kein extremer Lebensraum</b>  <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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)</li> <li>• Untersuchung der Temperaturpräferenz bei Wirbellosen</li> <li>• Interpretation von Toleranzkurven eurythermer und stenothermer Lebewesen.</li> <li>• Erklärung der unterschiedlichen physiologischen Temperaturtoleranz ausgewählter Lebewesen unter Berücksichtigung des Basiskonzepts Steuerung und Regelung. Berücksichtigung der unterschiedlichen Temperaturtoleranz für Überleben, Wachstum und Fortpflanzung.</li> <li>• 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)</li> <li>• Beschreibung des Wirkungsgesetzes der Umweltfaktoren</li> <li>• Reflexion der Methodik und Schlussfolgerung, dass die Auswirkungen veränderter Umweltbedingungen aufgrund des komplexen Zusammenwirkens vieler Faktoren nur schwer vorhersagbar sind (E13)</li> </ul>
<p><b>Welche Auswirkungen hat die Konkurrenz um Ressourcen an</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren die Wechselwirkungen zwischen</li> </ul>	<p>Kontext:  <b>Vergleich der Standortbedingungen für ausgewählte Arten in Mono- und</b></p>

<p><b>realen Standorten auf die Verbreitung von Arten?</b> (ca. 7 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz,</li> <li>• Einfluss ökologischer Faktoren auf Organismen: ökologische Potenz</li> <li>• Ökologische Nische</li> </ul>	<p>Lebewesen hinsichtlich intra- und interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6–K8).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die ökologische Nische als Wirkungsgefüge (S4, S7, E17, K7, K8).</li> </ul>	<p><b>Mischkultur</b></p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse von Langzeitdaten zur Abundanz verschiedener Arten in Mischkultur im Freiland und Vergleich der Standortfaktoren mit in Laborversuchen erhobenen Standortpräferenzen (E9, E17)</li> <li>• Erläuterung des Konkurrenzbegriffs am Beispiel der intra- und der interspezifischen Konkurrenz (S7)</li> <li>• Erklärung der ökologischen Potenz mit dem Zusammenwirken von physiologischer Toleranz und der Konkurrenzstärke um Ressourcen (E9, K6–8)</li> <li>• 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)</li> <li>• Herausstellen der Mehrdimensionalität des Nischenmodells und der ultimativen Erklärung der Einnischung (K7, E17)</li> </ul>
<p><b>Wie können Zeigerarten für das Ökosystemmanagement genutzt werden?</b> (ca. 4 Ustd.) + Exkursion</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen,</li> <li>• Erfassung ökologischer Faktoren und qualitative Erfassung von Arten in einem Areal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bestimmen Arten in einem ausgewählten Areal und begründen ihr Vorkommen mit dort erfassten ökologischen Faktoren (E3, E4, E7–9, E15, K8).</li> <li>• analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14).</li> </ul>	<p>Kontext:</p> <p><b>Fettwiese oder Magerrasen? – Zeigerpflanzen geben Aufschluss über den Zustand von Ökosystemen</b></p> <p>Zentrale Unterrichtssituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfassung von Arten auf einer schulnahen Wiese unter Verwendung eines Bestimmungsschlüssels (ggf. digital) und Recherche der Zeigerwerte dominanter Arten, Aufstellen von Vermutungen zur Bodenbeschaffenheit (E3, E4, E7–9) [1]</li> <li>• Sensibilisierung für den Zusammenhang von Korrelation und Kausalität (K8) und Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses (E15)</li> <li>• Ableitung von Handlungsoptionen für das untersuchte Ökosystem (E15)</li> <li>• Internetrecherche zur ökologischen Problematik von intensiver Grünlandbewirtschaftung (Fettwiesen), Begründung von Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahmen von heimischen, artenreichen Magerwiesen (K11–14) [2,3]</li> </ul>

Weiterführende Materialien:

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

<b>Unterrichtsvorhaben II: Wechselwirkungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften</b>	
Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden	
<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"> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)</li> <li>• Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)</li> <li>• Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)</li> </ul>	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p><i>Struktur und Funktion:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompartimentierung in Ökosystemebenen</li> </ul> <p><i>Individuelle und evolutive Entwicklung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anpasstheit an abiotische und biotische Faktoren</li> </ul>

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><b>Welche grundlegenden Annahmen gibt es in der Ökologie über die Dynamik von Populationen?</b> (ca. 6 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Idealierte Populationsentwicklung: exponentielles und logistisches Wachstum</li> <li>• Fortpflanzungsstrategien: r- und K-Strategien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• interpretieren grafische Darstellungen der Populationsdynamik unter idealisierten und realen Bedingungen auch unter Berücksichtigung von Fortpflanzungsstrategien (S5, E9, E10, E12, K9).</li> </ul>	<p><i>Kontext:</i>  <b>Sukzession – wie verändern sich die Populationsdichte und -zusammensetzung an Altindustriestandorten? [1]</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse der Bedingungen für exponentielles und logistisches Wachstum, Interpretation von grafischen Darstellungen unter idealisierten und realen Bedingungen (E9, E10)</li> <li>• Erläuterung von dichtebegrenzenden Faktoren</li> <li>• 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)</li> <li>• Kritische Reflexion der im Unterricht verwendeten vereinfachten Annahmen zur Populationsökologie (E12)</li> </ul>
<p><b>In welcher Hinsicht stellen Organismen selbst einen Umweltfaktor dar?</b> (ca. 6 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interspezifische Beziehungen: Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen (S4, S7, E9, K6-K8).</li> </ul>	<p><i>Kontext:</i>  <b>Gut vernetzt – Wechselwirkungen in Biozöosen</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung der charakteristischen Merkmale von Konkurrenz (→ UVI 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)</li> <li>• Analyse der Anpasstheiten ausgewählter interagierender Arten auf morphologischer und physiologischer Ebene, z. B. bei Symbiose oder Parasitismus (K7)</li> <li>• Analyse von Daten zu Wechselwirkungen und Bildung von Hypothesen zur vorliegenden Beziehungsform [1], Reflexion der Datenerfassung (z. B.</li> </ul>

		<p>Diskrepanz zwischen Labor- und Freilandbedingungen, Methodik) (E9)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretation grafischer Darstellungen von Räuber-Beute-Systemen und kritische Reflexion der Daten auch im Hinblick auf Bottom Up- oder Top Down-Kontrolle (E9)</li> </ul>
<p><b>Wie können Aspekte der Nachhaltigkeit im Ökosystemmanagement verankert werden?</b> (ca. 6 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ökosystemmanagement: nachhaltige Nutzung, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität</li> <li>• Hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10).</li> <li>• analysieren Schwierigkeiten der Risikobewertung für hormonartig wirkende Substanzen in der Umwelt unter Berücksichtigung verschiedener Interessenslagen (E15, K10, K14, B1, B2, B5).</li> </ul>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Pestizideinsatz in der Landwirtschaft</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse eines Fallbeispiels zur chemischen Schädlingsbekämpfung mit Pestizideinsatz (K12)</li> <li>• 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]</li> <li>• Bewertung von Handlungsoptionen im Sinne eines nachhaltigen Ökosystemmanagements und Diskussion von Handlungsoptionen als Privatverbraucher (K14) [3]</li> <li>• 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)</li> <li>• 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)</li> <li>• Analyse der Interessenslagen der involvierten Parteien (B1, B2) [5]</li> </ul>

Weiterführende Materialien:

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

<b>Unterrichtsvorhaben III: Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme und der Einfluss des Menschen</b>	
Inhaltsfeld 4: Ökologie Zeitbedarf: ca. 18 Unterrichtsstunden	
Inhaltliche Schwerpunkte: Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen, Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität  Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)</li> <li>• Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren (K)</li> </ul>	Beiträge zu den Basiskonzepten:  <i>Struktur und Funktion:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompartimentierung in Ökosystemebenen</li> </ul> <i>Stoff und Energieumwandlung:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffkreisläufe in Ökosystemen</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)</li> <li>• Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)</li> </ul>		
<b>Mögliche Leitfragen und inhaltliche Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen</b> Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b> <b>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>
<p><b>In welcher Weise stehen Lebensgemeinschaften durch Energiefluss und Stoffkreisläufe mit der abiotischen Umwelt ihres Ökosystems in Verbindung?</b> ca. 5 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Nahrungsnetz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5).</li> </ul>	<p><i>Kontext:</i> <b>Nahrungsbeziehungen und ökologischer Wirkungsgrad</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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)</li> <li>• ggf. Analyse eines Fallbeispiels zur Entkopplung von Nahrungsketten durch die Erderwärmung [1]</li> <li>• Erläuterung der Bedeutung der einzelnen Trophieebenen in Stoffkreisläufen (→ IF Stoffwechselphysiologie)</li> <li>• Interpretation der Unterschiede der Stoffspeicherung und des Stoffflusses in terrestrischen und aquatischen Systemen anhand von Biomassepyramiden und Produktionswertpyramiden (K5, E14)</li> <li>• Interpretation von grafischen Darstellungen zum Energiefluss in einem Ökosystem unter Berücksichtigung des ökologischen Wirkungsgrads der jeweiligen Trophieebene</li> <li>• Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen der modellhaften Darstellungen (E12)</li> <li>• Anwendung der erworbenen Kenntnisse am Beispiel des Flächen- und Energiebedarfs für die Fleischproduktion auf Grundlage von Untersuchungsbefunden (E14) [2]</li> </ul>

<p><b>Welche Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs sind für das Verständnis des Klimawandels relevant?</b> (ca. 3 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz und Umweltnutzung und bewerten Handlungsoptionen unter den Aspekten der Nachhaltigkeit (S8, K12, K14, B2, B5, B10).</li> </ul>	<p><i>Kontext:</i>  <b>Kohlenstoffkreislauf und Klimaschutz</b>  <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellung der Austauschwege im Kohlenstoffkreislauf zwischen den Sphären der Erde (Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre, Biosphäre) [2,3]</li> <li>• Unterscheidung von langfristigem und kurzfristigem Kohlenstoffkreislauf und Erläuterung der Umweltschädlichkeit von fossilen Energiequellen in Bezug auf die Erderwärmung (E14)]</li> <li>• Recherche zu Kipppunkten (Tipping Points) des Klimawandels und Erläuterung eines Kippelements, z. B. Permafrostboden (K2) [6]</li> </ul>
<p><b>Welchen Einfluss hat der Mensch auf den Treibhauseffekt und mit welchen Maßnahmen kann der Klimawandel abgemildert werden?</b> (ca. 5 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts</li> <li>• Ökologischer Fußabdruck</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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).</li> <li>• beurteilen anhand des ökologischen Fußabdrucks den Verbrauch endlicher Ressourcen aus verschiedenen Perspektiven (K13, K14, B8, B10, B12).</li> </ul>	<p><i>Kontext:</i>  <b>Aktuelle Debatte um den Einfluss des Menschen auf den Klimawandel</b>  <i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifikation nicht wissenschaftlicher Aussagen im Vergleich zu wissenschaftlich fundierten Aussagen bezüglich des anthropogenen Einflusses auf den Treibhauseffekt (E16) [7]</li> <li>• Angeleitete Recherche zu den geografischen, zeitlichen und sozialen Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffekts sowie zu den beschlossenen Maßnahmen [4]</li> <li>• 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)</li> <li>• Ermittlung eines ökologischen Fußabdrucks, Reflexion der verschiedenen zur Ermittlung herangezogenen Dimensionen, Sammlung von Handlungsoptionen im persönlichen Bereich (B8, K13)</li> <li>• Erkennen der Grenzen der wissenschaftlichen Wissensproduktion und der Akzeptanz vorläufiger und hypothetischer Aussagen, die auf einer umfassenden Datenanalyse beruhen (E16)</li> <li>• ggf. kritische Auseinandersetzung mit dem in der Wissenschaft diskutierten Begriffs des „Anthropozän“</li> </ul>

<p><b>Wie können umfassende Kenntnisse über ökologische Zusammenhänge helfen, Lösungen für ein komplexes Umweltproblem zu entwickeln?</b> (ca. 5 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stickstoffkreislauf</li> <li>• Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, nachhaltige Nutzung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren die Folgen anthropogener Einwirkung auf ein ausgewähltes Ökosystem und begründen Erhaltungs- oder Renaturierungsmaßnahmen (S7, S8, K11–14).</li> <li>• analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem (S4, E12, E14, K2, K5).</li> </ul>	<p><i>Kontext:</i></p> <p><b>Umweltproblem Stickstoffüberschuss: Ursachen und Auswege</b></p> <p><i>Zentrale Unterrichtssituationen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erarbeitung des natürlichen Stickstoffkreislaufs, Identifikation der Stoffspeicher und Austauschwege. Fokussierung auf die Anteile von molekularem Stickstoff und biologisch verfügbaren Verbindungen.</li> <li>• Fokussierung auf die anthropogene Beeinflussung des Stickstoffkreislaufs und Strukturierung von Informationen zur komplexen Umweltproblematik durch Stickstoffverbindungen (K2, K5) [9,10]</li> <li>• Recherche zu einem ausgewählten, ggf. lokalen Umweltproblem, welches auf einem zu hohen Stickstoffeintrag beruht und zu den unternommenen Renaturierungsmaßnahmen (K11–14).</li> </ul>
--	--	--

Weiterführende Materialien:

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

## Stoffwechselphysiologie

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

<b>Unterrichtsvorhaben II: Glucosestoffwechsel – Energiebereitstellung aus Nährstoffen</b>		
Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie Zeitbedarf: ca. 16 Unterrichtsstunden		
Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge von Stoffwechselwegen  Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)</li> <li>• Informationen erschließen (K)</li> <li>• Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)</li> </ul>		Beiträge zu den Basiskonzepten:  <i>Struktur und Funktion</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse</li> </ul> <i>Individuelle und evolutive Entwicklung</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelldifferenzierung bei der Bildung von Geweben</li> </ul>
<b>Mögliche Leitfragen und inhaltliche Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen</b> Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b> <b>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>
Wie kann die Zelle durch den schrittweisen Abbau von Glucose nutzbare Energie bereitstellen? (ca. 8 Ustd.) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Feinbau Mitochondrium</li> <li>• Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidativer Decarboxylierung, Tricarbonsäurezyklus und Atmungskette</li> <li>• Energetisches Modell der Atmungskette</li> <li>• Redoxreaktionen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben und anaeroben Bedingungen dar und erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9).</li> <li>• vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11).</li> <li>• stellen die wesentlichen Schritte des abbauenden Glucosestoffwechsels unter aeroben und anaeroben Bedingungen dar und</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anknüpfung an Inhalte aus der EF:               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Wdh. Aufbau des Mitochondriums und damit Bedeutung von Kompartimentierung</li> </ul> </li> <li>• Erarbeitung des gegliederten Ablaufes der Glykolyse mit der Stoff- und Energiebilanz</li> <li>• Exemplarische Erarbeitung der alkoholischen Gärung, Nachvollziehen anaerober Stoffwechselwege im Vergleich zu aeroben Bedingungen</li> </ul>

<p>Welche Bedeutung haben Gärungsprozesse für die Energiegewinnung? (2 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alkoholische Gärung und Milchsäuregärung</li> </ul> <p>Wie beeinflussen Nahrungsergänzungsmittel als Cofaktoren den Energiestoffwechsel? (ca. 6 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffwechselregulation auf Enzymebene</li> </ul>	<p>erläutern diese hinsichtlich der Stoff- und Energieumwandlung (S1, S7, K9).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die regulatorische Wirkung von Enzymen in mehrstufigen Reaktionswegen des Stoffwechsels (S7, E1–4, E11, E12).</li> <li>• nehmen zum Konsum eines ausgewählten Nahrungsergänzungsmittels unter stoffwechselphysiologischen Aspekten Stellung (S6, K1–4, B5, B7, B9).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Betrachtung, Erarbeitung und Diskussion von Ernährung, insbesondere Nahrungsergänzung oder Diäten zur Ernährungsumstellung oder zur Leistungssteigerung</li> </ul>
---	---	---

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

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"> <li>• Abhängigkeit der Fotosynthese von Licht, Wasser, Kohlenstoffdioxid</li> </ul> <p>Welche Blattstrukturen sind für die Fotosynthese von Bedeutung? (ca. 4 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionale Anpassungen des Blattaufbaus</li> </ul> <p>Welche Funktionen haben Fotosynthesepigmente? (ca. 4 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionale Anpassungen der Absorptionsspektren von Chlorophyll, Wirkungsspektrum, Feinbau Chloroplast</li> <li>• Chromatographie</li> </ul> <p>Wie erfolgt die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie? (ca. 12 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemiosmotische ATP-Bildung</li> <li>• Energetisches Modell der Lichtreaktionen</li> <li>• Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen</li> <li>• Calvin-Zyklus, Fixierung, Reduktion, Regeneration</li> <li>• Tracer-Methode</li> <li>• Zusammenhang von Anabolismus und Katabolismus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren anhand von Daten die Beeinflussung der Fotosyntheserate durch abiotische Faktoren (E4–11).</li> <li>• erklären funktionale Anpassungen an die fotoautotrophe Lebensweise auf verschiedenen Systemebenen (S4–S6, E3, K6–8).</li> <li>• erklären das Wirkungsspektrum der Fotosynthese mit den durch Chromatografie identifizierten Pigmenten (S3, E1, E4, E8, E13).</li> <li>• vergleichen den membranbasierten Mechanismus der Energieumwandlung in Mitochondrien und Chloroplasten auch auf Basis von energetischen Modellen (S4, S7, E12, K9, K11)</li> <li>• erläutern den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen der Fotosynthese aus stofflicher und energetischer Sicht (S2, S7, E2, K9).</li> <li>• werten durch die Anwendung von Tracermethoden erhaltene Befunde zum Ablauf mehrstufiger Reaktionswege aus (S2, E9, E10, E15).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau eines Blattes zur Klärung der Reaktionsorte der Fotosynthese, ggf. Mikroskopie</li> <li>• Grundgleichung der Fotosynthese</li> <li>• Auswertung von Diagrammen zur Abhängigkeit verschiedener abiotischer Faktoren auf die Fotosyntheseaktivität, Experimente mit der Wasserpest (Bläschenzählversuch) und Äußerung von Versuchskritik</li> <li>• Anknüpfen an Inhalte der EF: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Aufbau der Chloroplasten, Kompartimentierung</li> </ul> </li> <li>• Mikroskopie von Blattquerschnitten (Dauerpräparate aus der Sammlung)</li> <li>• Ggf. Durchführung einer Chromatographie mit z. B. Paprika</li> <li>• Grundprinzipien von molekularen Tracern, ggf. weitere Experimente unter dem Aspekt zur Energieumwandlung</li> </ul>

<b>Unterrichtsvorhaben IV: Fotosynthese – natürliche und anthropogene Prozessoptimierung</b>		
Inhaltsfeld 3: Stoffwechselphysiologie Zeitbedarf: ca. 8 Unterrichtsstunden		
Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen, Aufbauender Stoffwechselprozess  Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren (E)</li> <li>• Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren (B)</li> </ul>		Beiträge zu den Basiskonzepten:  <i>Struktur und Funktion</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompartimentierung ermöglicht gegenläufige Stoffwechselprozesse</li> </ul> <i>Stoff- und Energieumwandlung</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energetische Kopplung von Stoffwechselprozessen</li> </ul> <i>Steuerung und Regelung</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Negative Rückkopplung in mehrstufigen Reaktionswegen</li> </ul> <i>Individuelle und evolutive Entwicklung</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelldifferenzierung bei fotosynthetisch aktiven Zellen</li> </ul>
<b>Mögliche Leitfragen und inhaltliche Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen</b> Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b> <b>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>
<i>Welche morphologischen und physiologischen Anpasstheiten ermöglichen eine effektive Fotosynthese an heißen und trockenen Standorten?</i> (ca. 4 Ustd.) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionale Anpasstheit</li> <li>• C<sub>4</sub>-Pflanzen</li> <li>• Stofftransport zwischen Kompartimenten</li> </ul> <i>Inwiefern können die Erkenntnisse aus der Fotosyntheseforschung zur Lösung der weltweiten CO<sub>2</sub>-Problematik beitragen?</i> (ca. 4 Ustd.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichen die Sekundärvorgänge bei C<sub>3</sub>- und C<sub>4</sub>- Pflanzen und erklären diese mit der Anpasstheit an unterschiedliche Standortfaktoren (S1, S5, S7, K7).</li> <li>• beurteilen und bewerten multiperspektivisch Zielsetzungen einer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erarbeitung veränderter CO<sub>2</sub>-Aufnahme und -Speicherung von C<sub>4</sub>-Pflanzen</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"><li>• Zusammenhang von Primär- und Sekundärreaktionen</li></ul>	biotechnologisch optimierten Photosynthese im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung (E17, K2, K13, B2, B7, B12).	<ul style="list-style-type: none"><li>• Konkretisierung globaler Problematik von CO<sub>2</sub>-Emissionen und gegenüberstellen von Möglichkeiten zur Verringerung/Vermeidung der Emission von klimawirksamen Gasen</li></ul>
---	---	---

## Neurobiologie

<b>Unterrichtsvorhaben I: Erregungsentstehung und Erregungsleitung an einem Neuron</b>		
Inhaltsfeld 2: Neurobiologie Zeitbedarf: ca. 18 Stunden		
Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlagen der Informationsverarbeitung, Fachliche Verfahren: Potenzialmessungen, neurophysiologische Verfahren  Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>• Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren (E)</li> <li>• Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (B)</li> </ul>		Beiträge zu den Basiskonzepten:  Struktur und Funktion <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Transmitter und Rezeptorprotein</li> </ul> Stoff- und Energieumwandlung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiebedarf des neuronalen Systems</li> </ul> Steuerung und Regelung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Positive Rückkopplung bei der Entstehung von Aktionspotenzialen</li> </ul> Individuelle und evolutive Entwicklung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelldifferenzierung am Beispiel der Myelinisierung von Axonen bei Wirbeltieren</li> </ul>
<b>Mögliche Leitfragen und inhaltliche Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen</b> Schülerinnen und Schüler...	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz</b> <b>Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>
<i>Wie ermöglicht die Struktur eines Neurons die Aufnahme und Weitergabe von Informationen?</i> (ca. 12 Ustd.) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau und Funktionen von Nervenzellen: Ruhepotenzial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern am Beispiel von Neuronen den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (S3, E12).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorstellung der strukturellen Merkmale einer Nervenzelle im Gegensatz zu den bisher bekannten Zelltypen (→ EF), hinsichtlich der Gliederung in Dendriten, Soma, Axon</li> <li>• Darstellung des Zusammenhangs von Struktur und Funktion</li> <li>• Aufzeigen der Möglichkeiten und Grenzen eines Neuron-Modells, z. B. durch den Vergleich einer schematischen Abbildung mit Realaufnahmen von Nervenzellen</li> <li>• Material: <a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8273">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8273</a></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• entwickeln theoriegeleitet Hypothesen zur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiederholung der Transportmechanismen an Membranen (→ EF)</li> <li>• Klärung der Bedeutung der Ladungsverteilung an der Axonmembran</li> </ul>

	<p>Aufrechterhaltung und Beeinflussung des Ruhepotenzials (S4, E3).</p>	<p>unter Berücksichtigung des chemischen und elektrischen Potenzials, z. B. am Beispiel Gemeiner Kalmar (<i>Loligo vulgaris</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung von Hypothesen zur Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials und Erläuterung der Bedeutung von Natrium-Kalium-Ionenpumpen</li> <li>• Auswertung eines Experiments zur Beeinflussung des Ruhepotenzials (z. B. USSING-Kammer)</li> <li>• Material: <ul style="list-style-type: none"> <li><a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8268">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/download/8268</a></li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau und Funktionen von Nervenzellen: Aktionspotenzial</li> <li>• neurophysiologische Verfahren, Potenzialmessungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge und stellen die Anwendung eines zugehörigen neurophysiologischen Verfahrens dar (S3, E14).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. Einstieg: Reaktionstest mit Lineal</li> <li>• Erläuterung der Veränderungen der Ionenverteilung an der Membran beim Wechsel vom Ruhe- zum Aktionspotenzial, Phasen des Aktionspotenzials, korrekte Verwendung der Fachsprache</li> <li>• Beschreibung einer Versuchsanordnung zur Untersuchung von Potenzialänderungen an Neuronen</li> <li>• begründete Zuordnung von molekularen Vorgängen an der Axonmembran zu den passenden Kurven-Diagrammen (Potentialmessung)</li> <li>• Auswertung eines Experiments zur Erforschung oder Beeinflussung des Aktionspotenzials, z. B. durch Blockade der spannungsgesteuerten Ionenkanäle</li> <li>• ggf. Vertiefung der Kenntnisse zur Informationsweiterleitung durch Bearbeitung der IQB-Aufgabe Schmerzen</li> <li>• Material: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6081">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6081</a></li> <li>○ <a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366</a></li> <li>○ <a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6082">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6082</a></li> </ul> </li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>o <a href="https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/get-TaskFile?id=p10^Schmerzgn^f20767">https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/get-TaskFile?id=p10^Schmerzgn^f20767</a></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau und Funktionen von Nervenzellen: Erregungsleitung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichen kriteriengeleitet kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung und wenden die ermittelten Unterschiede auf neurobiologische Fragestellungen an (S6, E1–3).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung des Phänomens der unterschiedlich schnellen Schmerzwahrnehmung, Aufstellen einer Forschungsfrage und Hypothesenbildung</li> <li>• modellgestützte Erarbeitung der beiden Erregungsleitungstypen und tabellarische Gegenüberstellung von schnellen A-Fasern und langsameren C-Fasern</li> <li>• Erarbeitung der zwei grundsätzlichen Möglichkeiten einer Steigerung der Weiterleitungsgeschwindigkeit, z. B. anhand einer Datentabelle: Erhöhung des Axondurchmessers (Bsp. <i>Loligo vulgaris</i>) oder Myelinisierung</li> <li>• Material: <ul style="list-style-type: none"> <li>o <a href="https://www.dasgehirn.info/krankheiten/schmerz/wie-schmerz-ins-gehirn-gelangt">https://www.dasgehirn.info/krankheiten/schmerz/wie-schmerz-ins-gehirn-gelangt</a></li> <li>o <a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5366</a></li> </ul> </li> <li>• fakultativ: Ableitung ultimativer Ursachen für schnelle und langsame Erregungsleitung bei Wirbeltieren</li> </ul>
<p>Wie kann eine Störung des neuronalen Systems die Informationsweitergabe beeinflussen? (ca. 2 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Störungen des neuronalen Systems</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren die Folgen einer neuronalen Störung aus individueller und gesellschaftlicher Perspektive (S3, K1–4, B2, B6).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erarbeitung des Krankheitsbildes: Autoimmunerkrankung, bei der die Myelinscheiden im ZNS zerstört werden</li> <li>• Analyse der Folgen einer neurodegenerativen Erkrankung für Individuum und Gesellschaft (B2, B6)</li> <li>• Material: <ul style="list-style-type: none"> <li>o <a href="https://www.dasgehirn.info/krankheiten/multiple-sklerose/multiple-sklerose">https://www.dasgehirn.info/krankheiten/multiple-sklerose/multiple-sklerose</a></li> </ul> </li> </ul>
<p>Wie werden Reize aufgenommen und zu Signalen umgewandelt?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern das Prinzip der Signaltransduktion bei primären</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensibilisierung für die biologischen Voraussetzungen einer Reizaufnahme und die damit verbundenen Einschränkungen der Wahrnehmung</li> </ul>

<p>(ca. 4 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bau und Funktionen von Nervenzellen: primäre und sekundäre Sinneszelle, Rezeptorpotenzial</li> </ul>	<p>und sekundären Sinneszellen (S2, K6, K10).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erarbeitung der Entstehung eines Rezeptorpotenzials in einer primären Sinneszelle (z. B. einer Riechsinneszelle), Darstellung der Signaltransduktion, die zur Auslösung von Aktionspotenzialen führt</li> <li>Vergleich der Funktionsweise mit einer sekundären Sinneszelle, z. B. einer Geschmackssinneszelle</li> <li>Hypothesenbildung zur Codierung der Reizstärke, Visualisierung der Zusammenhänge zwischen Reizstärke, Rezeptorpotenzial und Frequenz der Aktionspotenziale</li> </ul>
--	---	--

<b>Unterrichtsvorhaben II: Informationsweitergabe über Zellgrenzen</b>		
<p>Inhaltsfeld 2: Neurobiologie Zeitbedarf: ca. 14 Stunden</p>		
<p>Inhaltliche Schwerpunkte: Grundlagen der Informationsverarbeitung, Neuronale Plastizität</p> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zusammenhänge in lebenden Systemen betrachten (S)</li> <li>Informationen aufbereiten (K)</li> <li>Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen (B)</li> </ul>		<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <p>Struktur und Funktion</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Schlüssel-Schloss-Prinzip bei Transmitter und Rezeptorprotein</li> <li>Stoff- und Energieumwandlung</li> <li>Energiebedarf des neuronalen Systems</li> </ul> <p>Information und Kommunikation:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Codierung und Decodierung von Information an Synapsen</li> </ul>
<b>Mögliche Leitfragen und inhaltliche Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</b>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>
<p><i>Wie erfolgt die Erregungsleitung vom Neuron zur nachgeschalteten Zelle und wie kann diese beeinflusst werden?</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erklären die Erregungsübertragung an einer Synapse und erläutern die Auswirkungen exogener Substanzen (S1, S6, E12, K9, B1, B6).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modellhafte Darstellung der Funktionsweise einer erregenden chemischen Synapse (z. B. cholinerge Synapse)</li> <li>Vertiefung der Funktion einer neuromuskulären Synapse durch Erarbeitung der Einwirkung von z. B. Botox, Berücksichtigung von Messwerten an einer unbehandelten und behandelten Synapse</li> </ul>

<p>(ca. 8 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Synapse: Funktion der erregenden chemischen Synapse, neuromuskuläre Synapse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären Messwerte von Potenzialänderungen an Axon und Synapse mithilfe der zugrundeliegenden molekularen Vorgänge und stellen die Anwendung eines zugehörigen neurophysiologischen Verfahrens dar (S3, E14).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5369">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5369</a></li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verrechnung: Funktion einer hemmenden Synapse, räumliche und zeitliche Summation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Bedeutung der Verrechnung von Potenzialen für die Erregungsleitung (S2, K11).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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)</li> <li>• Auswertung von Potenzialdarstellungen hinsichtlich der Verrechnung von Potenzialen</li> <li>• Anwendung der Hemmung am Beispiel der Linderung des Juckreizes durch Kratzen</li> <li>• ggf. Einsatz der Lernaufgabe „Giftcocktail von Meeresschnecken“ zur Vertiefung der Stoffeinwirkung an Synapsen</li> <li>• Material: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6083">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6083</a></li> <li>○ <a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5452">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5452</a></li> <li>○ <a href="https://asset.klett.de/assets/3df4d75/Neuronale-Verschaltung.pdf">https://asset.klett.de/assets/3df4d75/Neuronale-Verschaltung.pdf</a></li> <li>○ <a href="https://www.spektrum.de/frage/warum-hilft-kratzen-gegen-jucken/1288571">https://www.spektrum.de/frage/warum-hilft-kratzen-gegen-jucken/1288571</a></li> <li>○ <a href="https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/get-TaskFile?id=p01^giftcocktail-meeresschnecke^f21794">https://www.iqb.hu-berlin.de/appsrc/taskpool/data/taskpools/get-TaskFile?id=p01^giftcocktail-meeresschnecke^f21794</a></li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffeinwirkung an Synapsen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nehmen zum Einsatz von exogenen Substanzen zur Schmerzlinderung Stellung (B5–9).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorstellung der Wirkungsweise von Cannabis</li> <li>• Hinweis: Da die konkretisierte Kompetenzerwartung vorwiegend dem Kompetenzbereich Bewertung zugeordnet ist, soll auf eine detaillierte</li> </ul>

		<p>Darstellung der molekularen Wirkungsweise von Cannabis verzichtet werden. Im Fokus steht der Prozess der Bewertung mit anschließender Stellungnahme.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung von Bewertungskriterien und Abwägung von Handlungsoptionen, um eine eigene Meinung zur Nutzung von Schmerzmitteln begründen zu können</li> <li>• Material: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <a href="https://www.ndr.de/ratgeber/gesundheit/Cannabis-Wirksames-Medikament-bei-chronischen-Schmerzen,cannabis212.html">https://www.ndr.de/ratgeber/gesundheit/Cannabis-Wirksames-Medikament-bei-chronischen-Schmerzen,cannabis212.html</a></li> <li>○ <a href="https://www.kssg.ch/schmerzzentrum/fuer-patienten-besucher/faq-cannabis-der-schmerztherapie">https://www.kssg.ch/schmerzzentrum/fuer-patienten-besucher/faq-cannabis-der-schmerztherapie</a></li> <li>○ <a href="https://www.bfarm.de/SharedDocs/Downloads/DE/Bundesopiumstelle/Cannabis/Vortrag_Cannabis_Begleiterhebung.pdf?__blob=publicationFile">https://www.bfarm.de/SharedDocs/Downloads/DE/Bundesopiumstelle/Cannabis/Vortrag_Cannabis_Begleiterhebung.pdf?__blob=publicationFile</a></li> </ul> </li> </ul>
<p>Wie kann Lernen auf neuronaler Ebene erklärt werden? (ca. 4 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelluläre Prozesse des Lernens</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die synaptische Plastizität auf der zellulären Ebene und leiten ihre Bedeutung für den Prozess des Lernens ab (S2, S6, E12, K1).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erarbeitung der synaptischen Plastizität auf zellulärer Ebene als aktivitätsabhängige Änderung der Stärke der synaptischen Übertragung (S6, E12, K1)</li> <li>• 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</li> <li>• ggf. Planung und Durchführung von Lernexperimenten (Zusammenhang zwischen Wiederholung und Lernerfolg, Einfluss von Ablenkung auf erfolgreiches Lernen)</li> <li>• ggf. Analyse der eigenen Einstellung zum Lernen bzw. zum Lerngegenstand, hier auch kritische Reflexion von geschlechterspezifischen Stereotypen möglich</li> <li>• Material:</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5862">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5862</a></li> <li>○ <a href="https://www.max-wissen.de/max-media/synaptische-plastizitaet-wie-synapsen-funken-max-planck-cinema/">https://www.max-wissen.de/max-media/synaptische-plastizitaet-wie-synapsen-funken-max-planck-cinema/</a></li> </ul>
<p>Wie wirken neuronales System und Hormonsystem bei der Stressreaktion zusammen? (ca. 2 Ustd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hormone: Hormonwirkung, Verschränkung hormoneller und neuronaler Steuerung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Verschränkung von hormoneller und neuronaler Steuerung am Beispiel der Stressreaktion (S2, S6).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktivierung von Wissen zu Hormonen (→ Sek I)</li> <li>• Erarbeitung der wesentlichen Merkmale des hormonellen Systems beim Menschen</li> <li>• Vergleich der Unterschiede zwischen dem neuronalen und dem hormonellen System und Ableitung der Verschränkung beider Systeme</li> <li>• ggf. Vertiefung durch Recherche der Bedeutung von Eustress oder der Bedeutung von Entspannungsphasen z. B. in Prüfungszeiten</li> <li>• Material: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6084">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6084</a></li> </ul> </li> </ul>



## 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 Anforderungsbereichen<sup>6</sup>)
- Beiträge in anderen Sozialformen (Gruppenarbeitsphasen, selbstständige Arbeitsphasen)
- Schriftliche Übungen

---

<sup>6</sup> 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)