

Schulinternes Fachcurriculum Biologie für die Sekundarstufe II – Qualifikationsphase am Gymnasium Ulricianum Aurich

1. Übersicht der Themenverteilung

Kurs-Halbjahr	Themen
Q1	Vielfalt des Lebens I - Molekulargenetik; Informationsverarbeitung in Lebewesen - Neurobiologie
Q2	Leben und Energie I - Dissimilation Leben und Energie II - Assimilation;
Q3	Lebewesen in ihrer Umwelt – Ökologie; Vielfalt des Lebens II - Evolution + Verhalten
Q4	Vielfalt des Lebens II - Evolution + Verhalten

⇒ **gültig ab dem Schuljahr 2023/2024 (Abiturjahrgang 2025)**

2. Klausuren

Anzahl der Klausuren

	Q1	Q2	Q3	Q4
P1, P2, P3	1 (2)*	2 (1)*	1	1
P4, P5	2 (1)*	1 (2)*	1	1
sonstige	1	1	1	1

*Festlegung der Reihenfolge der Anzahl der Klausuren durch die Schulleitung (siehe Klausurenplan)

Länge der Klausuren (in Schulstunden)

	Q1	Q2	Q3	Q4
P1, P2, P3	4	4/4	6* **	4
P4, P5	2/2	2	4*	2
sonstige	2	2	2	2

* in den schriftlichen Prüfungsfächern (P1-P4) wird in Q3 die Klausur unter Abiturbedingungen geschrieben (P1-P3 = 300 Minuten, P4= 220 Minuten)

** die Klausur unter Abiturbedingungen enthält in P1-P3 einen fachpraktischen Aufgabenteil

3. Gewichtung schriftliche und sonstige Leistungen

	schriftliche Leistung	sonstige Leistung
Bei 2 Klausuren im Halbjahr	50%	50%
Bei 1 Klausur im Halbjahr	40%	60%

⇒ schriftliche Leistung = Klausurergebnis(se)

⇒ sonstige Leistung = mündliche Mitarbeit, Mitarbeit bei fachspezifischen Arbeitsmethoden (z.B. Experimentieren) und weitere Leistungen (z.B. Referate, Protokolle, Lernzielkontrollen (auch schriftlich)).

4. Schulbuch

Natura Oberstufe – Biologie für Gymnasien (2016), Ernst Klett Verlag, 1. Auflage, ISBN 978-3-12-049131-6

5. Fachbezogene Hinweise

Die Kompetenzentwicklung im Fach Biologie erfolgt anhand der Kompetenzbereiche Sach-, Erkenntnisgewinnungs-, Kommunikations- und Bewertungskompetenz¹. Diese vier Teilkompetenzen bilden zusammen die **Fachkompetenz**. Die **Basiskonzepte** der Biologie (siehe Tabelle unten) dienen dabei als Strukturierungshilfe und sind jeweils mit den passenden Teilkompetenzen verknüpft. Alle Teilkompetenzen sind horizontal miteinander verbunden, an spezifische Inhalte geknüpft und werden in Form von Kompetenztabellen ausgewiesen. Diese Kompetenztabellen sind in die vier **Inhaltsbereiche**: Vielfalt des Lebens, Leben und Energie, Lebewesen in ihrer Umwelt und Informationsverarbeitung in Lebewesen gegliedert, die Verteilung dieser Inhaltsbereiche (Themenreihenfolge) auf die vier Halbjahre der Qualifikationsphase ist der oben aufgeführten Tabelle zu entnehmen. Innerhalb dieser Inhaltsbereiche erfolgt eine weitere Unterteilung in thematische Einheiten, die jeweiligen fachspezifischen Konzepte dieser Einheiten sind ⇒ *kursiv* gedruckt und sollen den Erwerb von Fachkompetenz strukturieren. In den nachfolgend aufgeführten Kompetenztabellen sind in der ersten Spalte Inhalte, Themen und Hinweise aufgeführt, mit denen die jeweiligen Kompetenzen erreicht werden *können*. Die zusätzlich für das erhöhte Anforderungsniveau (eA) vorgesehenen Kompetenzen sind **fett** gedruckt. All jene Inhalte, die für die Bearbeitung der Aufgaben aus dem gemeinsamen Abituraufgabenpool der

¹ vgl. Niedersächsisches Kultusministerium (2022): Kerncurriculum für das Gymnasium – gymnasiale Oberstufe, Biologie.

Länder in der Abiturprüfung² vorausgesetzt werden, sind in dieser ersten Spalte aufgeführt und durch Unterstreichungen markiert. Die hierzu vorhandenen, *optional* im Unterricht verwendbaren IQB-Beispielaufgaben sind den einzelnen Inhalten zugeordnet und verweisen anhand Ihrer Nummerierung zudem auf die Übersichtstabelle der Beispielaufgaben (s. Fachgruppenordner). Diese erste Spalte soll stetig weiterentwickelt und um neue Ideen, Erfahrungen und Erkenntnisse erweitert werden.

Im Bereich der Erkenntnisgewinnungskompetenz ist die Planung, Durchführung und Auswertung von diversen Experimenten konkret gefordert, zusätzlich werden für die Bearbeitung fachpraktischer Aufgaben aus dem gemeinsamen Abituraufgabenpool der Länder in der Abiturprüfung² bestimmte experimentelle Kompetenzen vorausgesetzt. Um die Entwicklung dieser Kompetenzen zu gewährleisten, werden konkrete, verpflichtende Experimente festgelegt (siehe Tabelle, S. 14). Diese festgelegten Experimente sind in den nachfolgenden Kompetenztabellen den jeweiligen Kompetenzen zugeordnet und **rot** hervorgehoben.

Der Aufbau und die Förderung von Fachkompetenz soll im Biologieunterricht zudem verbindlich zur Bildung in der digitalen Welt beitragen. Die Anwendung von Fachkompetenz auf digitale Anwendungs- und Handlungsfelder ist dabei von besonderer Relevanz für das Fach Biologie. Daher sind exemplarisch ausgewählte Teilkompetenzen ausgewiesen¹ (vgl. Tabelle, S. 15) und in den Kompetenztabellen **grün** markiert, mit denen **Fachkompetenz in der digitalen Welt** gefördert werden kann.

Der Unterricht soll mit Kontext, nahe an der Lebenswelt der SchülerInnen und unter Berücksichtigung der Lernvoraussetzungen konzipiert sein. Dabei werden fachspezifische und fachdidaktische Unterrichtsverfahren und -methoden (z.B. forschend-entwickelndes Unterrichtsverfahren, exemplarisches/phänomenologisches Lernen, problemlösendes Lernen) sowie fachgemäße Denk- und Arbeitsweisen (z.B. Beobachten, Untersuchen, Experimentieren, mit Modellen arbeiten, Vergleichen und Ordnen) angewendet.

Basiskonzepte in der Biologie¹

Struktur und Funktion	Das Basiskonzept Struktur und Funktion beschreibt den Sachverhalt, dass es zwischen einer Struktur und deren Funktion oft einen Zusammenhang gibt. Der Zusammenhang von Struktur und Funktion ist auf verschiedenen Systemebenen, von den Molekülen bis zur Biosphäre, relevant und gilt für Lebewesen und Lebensvorgänge. Innerhalb dieses Basiskonzeptes gibt es wesentliche Prinzipien, z. B. Kompartimentierung, Schlüssel-Schloss-Prinzip, Oberflächenvergrößerung, Gegenspielerprinzip, Gegenstromprinzip.
Stoff- und Energieumwandlung	Das Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung beschreibt den Sachverhalt, dass bio-logische Systeme offene, sich selbst organisierende Systeme sind, die im ständigen Austausch mit der Umwelt stehen. Alle Lebensprozesse benötigen Energie und laufen unter Energieumwandlungen ab. Lebewesen nehmen Stoffe auf, wandeln sie um und scheiden Stoffe wieder aus. Innerhalb dieses Basiskonzeptes gibt es wesentliche Prinzipien, z. B. Fließgleichgewicht, Stoffkreislauf, Energieentwertung, energetische Kopplung.
Information und Kommunikation	Das Basiskonzept Information und Kommunikation beschreibt den Sachverhalt, dass Lebewesen Informationen aufnehmen, weiterleiten, verarbeiten, speichern und auf sie reagieren. Kommunikation findet auf verschiedenen Systemebenen statt: In einem vielzelligen Organismus sind alle Organe, Gewebe, Zellen und deren Bestandteile beständig an der Kommunikation beteiligt. Auch zwischen Organismen findet Kommunikation auf vielfältige Weise statt. Innerhalb dieses Basiskonzeptes gibt es wesentliche Prinzipien, z. B. Signaltransduktion, Codierung und Decodierung von Information.
Steuerung und Regelung	Das Basiskonzept Steuerung und Regelung beschreibt den Sachverhalt, dass biologische Systeme viele Zustandsgrößen in Grenzen halten, auch wenn innere oder äußere Faktoren sich kurzfristig stark ändern. Dabei werden innere Zustände aufrechterhalten oder funktionsbezogen verändert. Innerhalb dieses Basiskonzeptes gibt es wesentliche Prinzipien, z. B. positive und negative Rückkopplung, Prinzip der Homöostase.
Individuelle und evolutive Entwicklung	Das Basiskonzept individuelle und evolutive Entwicklung beschreibt den Sachverhalt, dass sich lebende Systeme über verschiedene Zeiträume im Zusammenhang mit Umwelteinflüssen verändern. Die individuelle Entwicklung von Lebewesen und die Weitergabe ihrer genetischen Information durch Fortpflanzung sind die Grundlage für evolutive Entwicklung. Sexuelle Fortpflanzung führt zur Rekombination von genetischem Material und erhöht die genetische Variation. Zusammen mit Selektion ist genetische Variation eine wichtige Ursache für Artwandel. Innerhalb dieses Basiskonzeptes gibt es wesentliche Prinzipien, z. B. Zelldifferenzierung, Reproduktion, Selektion.

² vgl. Institut für Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB) (2022): Gemeinsame Aufgabenpools der Länder – Aufgaben für das Fach Biologie: Inhaltliche Vereinbarungen zur Gestaltung der Aufgaben.

1. Semester: Inhaltbereich 2 – Vielfalt des Lebens I (Molekulargenetik)

Inhalte, (mögliche Themenreihenfolge), Hinweise	Fachkompetenz			
	Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
	Die Lernenden...	Die Lernenden...	Die Lernenden...	Die Lernenden...
Entdeckung der DNA (z.B. Versuche von GRIFFITH und AVERY) <u>Struktur der DNA</u> und RNA <u>semikonservative Replikation</u> (z.B. Versuche von MESELSON und STAHL) und Prozess der Replikation ggf. Ablauf der PCR und Gelelektrophorese (→ 13.1) Vom Gen zum Merkmal (Proteinbiosynthese im Überblick, Bezüge zur Enzymatik) Prozesse der <u>Transkription</u> und <u>Translation</u>, genetischer Code, Synthese eines Polypeptids alternatives Spleißen (prä-mRNA) bei Eukaryoten <u>Genwirkkette</u> (Gene – Genprodukte – Merkmal) → Basiskonzepte Struktur und Funktion, Information und Kommunikation, individuelle und evolutive Entwicklung	- beschreiben die molekulare Struktur der DNA und erläutern die komplementäre Basenpaarung. - erläutern Transkription und Translation als Realisierung von genetisch gespeicherten Informationen.	leiten aus Daten die Vielfältigkeit von genetisch gespeicherter Information durch semikonservative Replikation ab.	erklären Proteinvierfalt durch alternatives Spleißen in der eukaryotischen Proteinbiosynthese funktional.	
	⇒ <i>Durch spezifische Basenabfolgen in der DNA werden Informationen für die Struktur von Proteinen gespeichert und über die Proteinbiosynthese exprimiert.</i>			
Steuerung /Regulation der Genexpression bei Eukaryoten durch <u>Transkriptionsfaktoren</u> und Hormone Genexpression durch <u>Histonmodifikation</u> (proximat) (eA) <u>RNA-Interferenzen</u> (eA) Epigenetik – umweltbedingte <u>Methylierung</u> der DNA (<u>Modifikation</u>) → Basiskonzepte Steuerung und Regelung, individuelle und evolutive Entwicklung	- erläutern die Steuerung der Genexpression durch Hormone als Transkriptionsfaktoren. erläutern RNA-Interferenz als Mechanismus zur Hemmung der Genexpression.	leiten aus umweltbedingten Methylierungsmustern der DNA ab, dass Genexpression über Methylierung gesteuert wird.	erklären Genexpression durch Histonmodifikation proximat.	
	⇒ <i>Die Steuerung der Genexpression führt zur Bildung spezifischer Proteine.</i>			
<u>Genmutationen</u> – Leseraster-/Punktmutationen (z.B. Thalassemien, Chorea Huntington) <u>Gentherapeutisches Verfahren</u> zum Austausch von DNA-Sequenzen (z.B. CRISP-CAS-Systeme, Restriktionsenzyme) Autosomale (z.B. Chorea Huntington, Mukoviszidose, Thalassemie) und gonosomale (z.B. Rot-Grün-Sehschwäche, Hä-mophilie) Vererbung, Analyse von <u>Familienstammbäumen</u> Bewertung (deskriptiv/normativ) eines <u>Gentests</u> in der genetischen <u>Beratung</u> (z.B. Chorea Huntington, PND) → IQB Aufgabe 1: Mukoviszidose für gA und eA → IQB Aufgabe 2: Thalassemien für eA → Basiskonzepte Struktur und Funktion, individuelle und evolutive Entwicklung	- erläutern Genmutationen und ihre Auswirkungen auf Zell-, Organ- und Organismus-Ebene. - beschreiben ein gentherapeutisches Verfahren zum Austausch von DNA-Sequenzen.		leiten aus Familienstammbäumen die Wahrscheinlichkeit des Auftretens hereditärer Erkrankungen ab.	bewerten bioethische Aspekte eines Gentests in der genetischen Beratung auch unter Unterscheidung deskriptiver und normativer Aussagen, bilden sich kriteriengeleitet Meinungen, treffen Entscheidungen und reflektieren Entscheidungen.
	⇒ <i>Mutationen in den Basensequenzen der DNA können zu hereditären Erkrankungen führen. Gentechnische Verfahren werden zur Diagnose und Behandlung genetisch bedingter Erkrankungen genutzt.</i>			

fett gedruckt: nur eA-Kurse

rot: verpflichtende Experimente (s. S. 14)

unterstrichen: vorausgesetzte Inhalte für die Bearbeitung der Abituraufgaben aus dem Pool der Länder (KMK)

grün: mögliche Umsetzung der fachspezifischen Kompetenzen zur Bildung in der digitalen Welt (s. S. 15)

ggf. Wiederholung Zellzyklus Entstehung von <u>Krebszellen</u> (Onkogene, Antionkogene) Einfluss von mutierten oder epigenetisch modifizierten Onkogenen und Antionkogenen auf den Zellzyklus (z.B. radioaktive Strahlung) Recherche geeigneter Quellen zur <u>personalisierte Krebsmedizin</u> → Basiskonzept individuelle und evolutive Entwicklung	• beschreiben die Entstehung von Krebs als unkontrollierte Teilungen und Wachstum von Zellen.	• werten Forschungsbe-funde zur Beeinflussung des Zellzyklus durch mutierte oder epigenetisch modifizierte Onkogene und Anti-Onkogene beziehungsweise ihrer Genprodukte aus.	• recherchieren zu einem Verfahren der personalisierten Krebsmedizin und wählen passende Quellen aus.	
⇒ <i>Der fehlgesteuerte Zellzyklus kann zur Bildung von Krebszellen führen.</i>				

1. Semester: Inhaltbereich 4 – Informationsverarbeitung (Neurobiologie)

Inhalte, Themen (mögliche Themenreihenfolge), Hinweise	Fachkompetenz			
	Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
	Die Lernenden...	Die Lernenden...	Die Lernenden...	Die Lernenden...
Struktur des Nervensystems im Überblick (ZNS, PNS), Reiz-Reaktions-Schema <u>Struktur und Funktion von Nervenzellen</u> ggf. Wiederholung zu Ionen, Spannung, Potenzial Entstehung und Aufrechterhaltung des <u>Ruhepotenzials</u> (Fließgleichgewicht, Na^+/K^+-Pumpe) - Bezüge und ggf. Wiederholung zur Struktur von Biomembranen und Transportprozessen (passiv/aktiv) Entstehung und Ablauf eines <u>Aktionspotenzials</u> – Potenzialveränderungen, <u>Potenzialmessungen</u> und Ionenströme, Refraktärzeit, Alles-oder-Nichts-Gesetz, Codierung der Reizintensität <u>Erregungsleitung</u> am Axon – Simulation der kontinuierlichen und saltatorischen Erregungsleitung (z.B. Funktionsmodelle oder digitale Simulationen) Struktur und <u>Funktion von cholinergen (erregenden) Synapsen</u> – Codierung und Übertragung zwischen Nervenzellen und zwischen Nerven- und Muskelzellen (<u>neuromuskuläre Synapsen</u>) <u>Neuronale Störungen durch die Beeinflussung von Synapsen durch neuroaktive Stoffe</u> (exemplarisch) <u>Molekulare Vorgänge an hemmenden Synapsen (eA)</u> Neuronale Verrechnung: <u>zeitliche und räumliche Summation</u> (eA) <u>Rezeptorpotenziale an primären und sekundären Sinneszellen (Signaltransduktion) (eA)</u> → IQB-Aufgabe 3: Schmerz (gA und eA) → IQB-Aufgabe 4: Cannabis -THC (eA) → IQB_ Aufgabe 5: Seenomad (eA) → Basiskonzepte Information und Kommunikation, Struktur und Funktion	• erläutern die Entstehung und Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials auch unter Berücksichtigung des Prinzips des Fließgleichgewichts sowie den Ablauf des Aktionspotenzials. • erläutern die Codierung von Information bei der Übertragung von Erregung zwischen Nervenzellen sowie Nerven- und Muskelzellen an cholinergen Synapsen. • beschreiben die molekularen Vorgänge an einer hemmenden Synapse. • erläutern die Bildung von Rezeptorpotenzialen an primären sowie sekundären Sinneszellen als Folge von Signaltransduktion.	• leiten aus Potenzialmessungen Ionenströme an Axonen ab. • simulieren kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung am Axon und diskutieren Möglichkeiten und Grenzen des Modells. • interpretieren Daten zur neuronalen Verrechnung, indem sie aus ihnen räumliche und zeitliche Summation ableiten.	• skizzieren die Struktur eines Neurons schematisch. • recherchieren zu neuronalen Störungen durch Stoffeinwirkungen an Synapsen und wählen passende Quellen aus.	
⇒ Reize lösen in Sinneszellen Erregung aus. Nervenzellen übertragen elektrisch und chemisch codierte Informationen.				

ggf. Aufbau und Funktionsweise des menschlichen Gehirns (eA) <u>Zusammenwirken von Nerven- und Hormonsystem</u> – Bindeglied Hypothalamus (eA) Signaltransduktion durch Peptid- und Steroidhormone (Drüsenzellen → Blut → Zielzelle) – <u>unterschiedliche Wirkmechanismen</u> (eA) → IQB-Aufgabe 4: Cannabis - THC (eA) → Basiskonzepte Struktur und Funktion, Information und Kommunikation	• erläutern die chemische Informationsübertragung durch Peptid- und Steroidhormone, die aus Drüsenzellen in das Blut sezerniert werden und Reaktionen in anderen Zellen bewirken.		• leiten aus komplexen Darstellungsformen die Verknüpfung neuronaler und hormoneller Informationsübertragung ab.	
Neuronale Plastizität als <u>zelluläre Grundlage des Lernens</u> (eA) – Plastizität von Synapsen und Dendriten → IQB-Aufgabe 6: Bienensterben (eA) → Basiskonzept Information und Kommunikation	• erläutern neuronale Plastizität als Umbau zellulärer Strukturen des Gehirns beim Lernen.			
⇒ Das Zusammenspiel von neuronaler und hormoneller Informationsübertragung ermöglicht Kommunikation zwischen Zellen.				
⇒ Erfahrungen bewirken strukturelle Veränderungen des Gehirns.				

2. Semester: Inhaltbereich 1 – Leben und Energie I (Dissimilation)

Inhalte, Themen (mögliche Themenreihenfolge), Hinweise	Fachkompetenz			
	Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
	Die Lernenden...	Die Lernenden...	Die Lernenden...	Die Lernenden...
Energie in der Biologie (<u>Zusammenhänge Katabolismus/Anabolismus</u>) Molekulare und energetische Betrachtung von ATP Energieübertragung/bioenergetische Kopplung durch das <u>ATP/ADP- System</u> <u>Energieumwandlung</u> und Freisetzung von Wärme („<u>Energieentwertung</u>“) ggf. Wiederholung Redoxreaktionen Das $\text{NAD}^+/\text{NADH}+\text{H}^+$ - System als Elektronen und Protonenüberträger (<u>Redoxreaktion</u>), experimentelle Veranschaulichung von Redoxreaktionen → Experiment 1-Q2 Orte der Zellatmung, <u>Struktur Mitochondrien</u> Die vier Teilprozesse der Zellatmung inklusive der jeweiligen <u>Stoff- und Energiebilanz</u> – Erklärungstiefe: C-Körper-Schema <u>Energetisches Modell der Atmungskette – Modellkritik (eA)</u> <u>Chemiosmotisches Modell</u> der ATP-Synthese (z.B. Experiment von Peter Mitchell) <u>Regulation der Glykolyse</u> am Bsp. der Phosphofructokinase – Prinzip der Rückkopplung Thermogenese (z.B. braunes Fettgewebe) – funktionale und kausale Erklärung → IQB-Aufgabe 7: Kakao (gA und eA – m. fachprakt. Anteil) → Basiskonzepte Struktur und Funktion, Stoff- und Energieumwandlung, Steuerung und Regelung	• erläutern Energieübertragung auf molekularer Ebene durch das ATP/ADP-System. • erläutern die Abgabe von Wärme bei der Nutzung von Energie als Energieentwertung.		• nutzen eine geeignete Darstellungsform für das Prinzip der energetischen Kopplung. • unterscheiden bei der Thermogenese zwischen kausalen und funktionalen Erklärungen.	
⇒ <i>Energienutzung ermöglicht die Aufrechterhaltung von Lebensprozessen.</i>				
	• beschreiben Redoxreaktionen als Elektronenübertragung • erläutern die Bildung von CO_2, ATP sowie $\text{NADH} + \text{H}^+$ und FADH_2 beim oxidativen Abbau von Glucose. • erläutern die Synthese von ATP anhand des chemiosmotischen Modells sowie die Bildung von Wasser bei der Atmungskette.	• führen ein Experiment zur modellhaften Veranschaulichung von Redoxreaktionen bei Stoffwechselreaktionen durch. → Experiment 1-Q2 • werten Befunde zur Wirkung der Phosphofructokinase im Hinblick auf das Prinzip der Rückkopplung aus. • diskutieren Möglichkeiten und Grenzen des energetischen Modells der Atmungskette.	• stellen die Stoff- und Energiebilanz der vier Teilschritte der Zellatmung strukturiert dar. • skizzieren die Struktur des Mitochondriums unter Berücksichtigung von Kompartimentierung und Oberflächenvergrößerung	
⇒ <i>Die Oxidation von Nährstoffen stellt Energie in Zellen bereitz.</i>				
Prozess der <u>Milchsäuregärung</u> und <u>alkoholischen Gärung</u> - ATP-Synthese und Regeneration von NAD^+ (eA) Abhängigkeit der Gärung von Temperatur und Substratkonzentration (Enzyme Ebene) (eA) → Experiment 2-Q1 → Basiskonzepte Struktur und Funktion, Stoff- und Energieumwandlung	• erläutern die ATP-Synthese beim Glukoseabbau unter anaeroben Bedingungen bei Milchsäuregärung und alkoholischer Gärung. • erläutern die Abhängigkeit der Gärung von Temperatur und Substratkonzentration auf Enzyme Ebene.	• planen ein hypothesengeleitetes Experiment zur alkoholischen Gärung unter Berücksichtigung des Variablengefüges, führen dieses durch, nehmen Daten auf, werten sie aus und widerlegen oder stützen Hypothesen. → Experiment 2-Q2	• erklären die Regeneration des NAD^+ bei der Gärung als Anpasstheit an anaerobe Bedingungen funktional.	
⇒ <i>Gärung stellt Energie unter anaeroben Bedingungen bereit.</i>				

2. Semester: Inhaltbereich 1 – Leben und Energie II (Assimilation)

Inhalte, Themen (mögliche Themenreihenfolge), Hinweise	Fachkompetenz			
	Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
	Die Lernenden...	Die Lernenden...	Die Lernenden...	Die Lernenden...
ggf. Wiederholung/Anknüpfung an Sek I über historische Versuche zur Fotosynthese (VAN HELMONT, PRIESTLEY etc.) Ort der Fotosynthese I – <u>Struktur eines bifazialen Laubblattes</u> (Mikroskopie und Zeichnung) → Experiment 6-Q2 Strukturelle Anpasstheit von Sonnen- und Schattenblättern (Modifikation) – Mikroskopie von Fertigpräparaten (Rotbuche) möglich Unterschiedliche Färbung von Blättern (z.B. Herbstlaub) - <u>Nachweis von Blattfarbstoffen</u> → Experiment 3-Q2 Ort der Fotosynthese II (Bezug: grüne Blattfarbstoffe) - <u>Struktur der Chloroplasten</u> Grundlage der Fotosynthese: Licht - <u>Absorptions- und Wirkungsspektrum</u> (Versuch von Engelmann) Funktion von Chlorophyll als Redoxpigment (eA) → Experiment 4-Q2 (zusätzlich/vertiefend möglich: Modellexperiment (theoretisch) mit Methylrot und Ascorbinsäure) Energetische Anregung der Elektronen im <u>Lichtsammelkomplex</u> der Fotosysteme (eA) Teilprozesse der Fotosynthese im Überblick Die Primärreaktion – Herleitung der Stoffwechselwege anhand Tracer-Untersuchungen (z.B. Versuche von Jagendorf und Uribe) (eA) Die Primärreaktion – ATP-Synthese und <u>chemiosmotisches Modell</u> (Mitchellhypothese) <u>Energetisches Modell der Primärreaktion</u> (schematisch) (eA) Die Sekundärreaktion und ihre drei Teilschritte - Herleitung der Stoffwechselwege anhand Tracer-Untersuchungen (z.B. Versuche von Arnon, Calvin) (eA) <u>Zusammenhänge zwischen Primär- und Sekundärreaktion auf stofflicher und energetischer Ebene</u>	• beschreiben die Absorption von Licht verschiedener Wellenlängen durch Blattpigmente • erläutern die ATP-Synthese der Primärreaktionen der Fotosynthese anhand des chemiosmotischen Modells. • beschreiben energetische Anregung der Elektronen in Lichtsammelkomplexen von Fotosystemen. • erläutern Fixierungs-, Reduktions- und Regenerationsphase als Teilschritte der Sekundärreaktionen. • erläutern die Abhängigkeiten der Fotosyntheserate von Lichtintensität, Temperatur und Kohlenstoffdioxidkonzentration.	• führen eine Dünnschichtchromatografie zur Trennung von Fotosynthesepigmenten durch und werten das Chromatogramm aus. → Experiment 3-Q2 • planen ein Experiment zur Funktion von Chlorophyll als lichtsensibles Redoxpigment unter Berücksichtigung des Variablengefüges, nehmen Daten auf und werten sie unter Berücksichtigung von Redoxpotentialen aus. → Experiment 4-Q2 • leiten anhand vorliegender Daten aus einer Tracer-Untersuchung Teilschritte von Stoffwechselwegen ab. • entwickeln Fragestellungen mit Bezug auf Abhängigkeit der Fotosyntheserate von einem ausgewählten abiotischen Faktor, planen ein hypothesengeleitetes Experiment unter Berücksichtigung des Variablengefüges, führen dieses durch, nehmen Daten auf, werten sie auch unter Berücksichtigung von Fehlerquellen aus, widerlegen oder stützen Hypothesen und reflektieren die Grenzen der Aussagekraft der eigenen experimentellen Daten. → Experiment 5-Q2	• leiten das Wirkungsspektrum aus den Absorptionsspektren verschiedener Pigmente ab. • skizzieren die Struktur eines Chloroplasten unter Berücksichtigung der Kompartimentierung • stellen das energetische Modell der Primärreaktionen schematisch dar. • stellen den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen auf stofflicher und energetischer Ebene schematisch dar. • präsentieren ihre Lern- und Arbeitsergebnisse sachgerecht.	
⇒ Fotoautotrophe Lebewesen stellen energetisch nutzbare Stoffe her.				

<u>Abhängigkeit der Fotosyntheserate von abiotischen Faktoren</u>: Licht, Kohlenstoffdioxid und Chlorophyll (<u>Nachweis von Assimilaten</u>) → Experiment 5-Q2 Einfluss der Wasserverfügbarkeit auf Pflanzen – Struktur-Funktionsbeziehungen bei meso- und xerophytischen Laubblättern – Mikroskopie von Fertigpräparaten (Oleander, Mais) hier möglich Fotosynthese bei C₄-Pflanzen – Vergleich (Datenauswertung) der Fotosyntheserate bei C₃- und C₄-Pflanzen (eA) (Dilemma: Verhungern oder Verdursten bei Pflanzen: ggf. Funktion/Regulation der Spaltöffnungen hier sinnvoll) → IQB Aufgabe 8: C₄ und CAM-Pflanzen (eA) → IQB-Aufgabe 9: Rosmarin und Rispenhirse (eA) – mit fachpraktischem Anteil → Basiskonzepte Struktur und Funktion, Stoff- und Energieumwandlung	• beschreiben die Struktur eines bifazialen Laubblatts. • erläutern Struktur-Funktionsbeziehungen bei meso- und xerophytischen Laubblättern.	• mikroskopieren und zeichnen den selbstständig angefertigten Blattquerschnitt eines bifazialen Laubblatts. → Experiment 6-Q2 • werten Daten zu unterschiedlichen Fotosyntheseraten in C₃- und C₄-Pflanzen im Hinblick auf Anpassheiten aus.	• erklären Modifikationen bei Sonnen- und Schattenblättern funktional.	
⇒ Laubblätter grüner Pflanzen zeigen spezifische strukturelle und funktionale Anpassheiten.				

3. Semester: Inhaltbereich 3 – Lebewesen in ihrer Umwelt (Ökologie)

Inhalte, Themen (mögliche Themenreihenfolge), Hinweise	Fachkompetenz			
	Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
	Die Lernenden...	Die Lernenden...	Die Lernenden...	Die Lernenden...
Betrachtungsebenen in der Ökologie Das Ökosystem als Beziehungsgefüge (<u>Biotop</u>, <u>Biozönose</u>) und der Einfluss von <u>abiotischen</u> und <u>biotischen</u> Umweltfaktoren (allgemein) Der Einfluss abiotischer Faktoren – Betrachtung ausgewählter Faktoren an selbstgewählten, konkreten Beispielen (z.B. Einfluss Temperatur, Licht, Wasserverfügbarkeit) - Betrachtung der <u>Toleranzkurven</u> (stenök/euryök) - physiologische Potenz - Angepasstheiten an Umweltbedingungen Der Einfluss biotischer Faktoren - Betrachtung folgender Faktoren anhand selbstgewählter, konkreter Beispiele: - inter- und intraspezifische <u>Konkurrenz</u>, Konkurrenzausschlussprinzip, Konkurrenzvermeidung, Koexistenz <u>Ökologische Potenz</u> und ihr Vergleich mit der physiologischen Potenz (z.B. Hohenheimer Grundwasserversuch) → Experiment 7-Q3 - Auswertung von Ökogrammen (z.B. Rotbuche, Waldkiefer, Schwarzerle) <u>Räuber-Beute-Beziehungen</u> (Luchs -Schneeschuhhase) <u>Parasitismus</u>: Ektoparasiten (z.B. Zecken) und Endoparasiten (z.B. Fuchsbandwurm) <u>Symbiose</u> (z.B. Mykorrhiza, Akazienameisen) Die <u>ökologische Nische</u> als Gesamtheit der Ansprüche einer Art bezüglich ihrer abiotischen und biotischen Faktoren – geeignete Darstellungsform zur ökologischen Nische (Fundamental- und Realnische) Labor- und/oder Freilanduntersuchung zur <u>quantitativen</u> und <u>qualitativen</u> Erfassung von Arten in einem Areal - Interpretation der Daten - Aussagen zur Biodiversität ableiten → IQB-Aufgabe 10: Wasserflöhe (gA) → IQB Aufgabe 11: Wolf in Deutschland (gA) → IQB Aufgabe 12: Rüsseltiere (eA) → Basiskonzepte individuelle und evolutive Entwicklung, Steuerung und Regelung	- erläutern das Ökosystem als Beziehungsgefüge zwischen Biotop und Biozönose unter Einbeziehung der spezifischen biotischen und abiotischen Faktoren. - vergleichen unter Bezug auf biotische und abiotische Faktoren physiologische und ökologische Potenz. - erläutern inter- und intraspezifische Konkurrenz, Räuber-Beute-Beziehung, Parasitismus und Symbiose als Wechselbeziehungen zwischen Organismen an konkreten Beispielen.	- wenden labor- und freilandbiologische Geräte und Techniken zur qualitativen und quantitativen Erfassung von Arten in einem Areal sachgerecht an. - planen ein Experiment zur Toleranz von Organismen gegenüber einem ausgewählten abiotischen Faktor und führen es unter Berücksichtigung des Variablengefüges durch, nehmen quantitative Daten auf und werten sie aus. → Experiment 7-Q3 - werten Ökogramme im Hinblick auf interspezifische Konkurrenz aus.	- interpretieren Ergebnisse freilandbiologischer Untersuchungen und leiten Aussagen zur Biodiversität ab. - präsentieren die erhobenen Daten zur Toleranz von Organismen gegenüber einem abiotischen Faktor mithilfe einer geeigneten Darstellungsform. - stellen die ökologische Nische als Beziehungsgefüge zwischen einer Art und ihrer Umwelt mithilfe einer geeigneten Darstellungsform dar.	
	⇒ Wechselbeziehungen zwischen Organismen und Lebensraum bilden Ökosysteme. Biodiversität dient der Beschreibung des Zustands von Ökosystemen.			

Regulation von Populationen – dichteabhängiges und dichteunabhängiges Populationswachstum (eA) Mathematische, <u>idealisierte Modelle zum Populationswachstum: exponentielles und logistisches Wachstum von Populationen</u> (eA) verschiedene <u>Fortpflanzungsstrategien/Lebenszyklusstrategien (r- und K-Strategen funktional)</u> (eA) → Basiskonzept Steuerung und Regelung	• erläutern exponentielle und logistische Entwicklungen von Populationen vor dem Hintergrund von Regulation in Ökosystemen.		• erklären r- und K-Fortpflanzungsstrategien funktional.	
Energieformen in Ökosystemen <u>Energiefluss</u> und <u>Stoffkreislauf</u> in Ökosystemen Trophiestufen, Nahrungsketten und <u>Nahrungsnetze</u> Der <u>Kohlenstoffkreislauf</u> Auswirkungen/Folgen des anthropogenen Treibhauseffektes auf den Stofffluss in einer Nahrungskette (z.B. Entkopplung von Nahrungsketten durch den Klimawandel) <u>Ökologischer Fußabdruck</u> und <u>Biokapazität – Handlungsoptionen in alltagsrelevanten Entscheidungssituationen zur Kohlenstoffbilanz</u> (eA) <u>Auswirkungen einer hormonartigen Substanz</u> (endokrine Disruptoren) auf eine Nahrungskette (z.B. DDT) (eA) <u>Stickstoffkreislauf</u> auf molekularer Ebene (Produzenten, Konsumenten, Destruenten) (eA) Chemosynthese: Mikrobielle Stickstofffixierung (Nitrifikation, Denitrifikation, Ammonifikation) (eA) → Basiskonzept Stoff- und Energieumwandlung	• erläutern Biomassetransfer und Energienutzung in Nahrungsketten und -netzen. • erläutern Stoffflüsse in Ökosystemen der Biosphäre anhand des Kohlenstoffkreislaufs. • erläutern mikrobielle Stickstoff-Fixierung, Nitrifikation, Denitrifikation und Ammonifikation durch Mikroorganismen als Chemosynthese.		• wählen Daten zu einer hormonartig wirkenden Substanz in einer Nahrungskette aus und erschließen dazu Informationen aus Quellen mit verschiedenen, auch komplexen Darstellungsformen. • diskutieren evidenzbasiert zu den Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffektes auf den Stofffluss in einer Nahrungskette. • stellen einen Stickstoffkreislauf auf molekularer Ebene unter Berücksichtigung von Produzenten, Konsumenten und Destruenten schematisch dar.	• entwickeln auf Basis des ökologischen Fußabdrucks Handlungsoptionen in alltagsrelevanten Entscheidungssituationen zur Kohlenstoffdioxidbilanz und wägen sie ab.
Konzept der <u>Nachhaltigkeit</u> – gleichberechtigte Berücksichtigung der ökologischen, ökonomischen, sozialen Dimension bei der Nutzung von Ressourcen – <u>Erhalt und Bedeutung der Biodiversität</u> Bewertung einer <u>Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahme</u> anhand der Dimensionen der Nachhaltigkeit an einem selbstgewählten Beispiel – <u>Ökosystemmanagement (Ursache-Wirkungszusammenhänge)</u> (z.B. Einführung von Neobiota, Renaturierung von Wäldern oder Seen) → IQB-Aufgabe 13: Waschbären als invasive Art (gA) → IQB-Aufgabe 14: Baum oder Orchideen (gA)	• erläutern die Nutzung von Ressourcen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung unter Berücksichtigung von Biodiversität.			• reflektieren kurz- und langfristige sowie lokale und globale Folgen einer Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahme und bewerten deren Auswirkungen im Hinblick auf Nachhaltigkeit aus ökologischer, ökonomischer und sozialer Perspektive.
	⇒ Die Wechselwirkungen lassen sich mithilfe von Stoff- und Energieflüssen beschreiben.			
	⇒ Die anthropogene Nutzung verändert Ökosysteme. Eine nachhaltige Nutzung von Ressourcen kann unter Berücksichtigung der Regenerationsfähigkeit von Ökosystemen erreicht werden.			

3. und 4. Semester: Inhaltbereich 2 – Vielfalt des Lebens II (Evolution + Verhalten)

Inhalte, Themen (mögliche Themenreihenfolge), Hinweise	Fachkompetenz			
	Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
	Die Lernenden...	Die Lernenden...	Die Lernenden...	Die Lernenden...
Historischer Kontext – Entwicklung des Evolutionsgedanken (Klassifikation von Arten – biologischer Artbegriff) Evolutionstheorie von Charles Darwin <u>Synthetische Evolutionstheorie und deren Abgrenzung von nicht-wissenschaftlichen Evolutionstheorien</u> (z.B. Kreationismus) ⇒ Evolutionsmechanismen <u>Rekombination</u> (ggf. Wiederholung) bei der geschlechtlichen Fortpflanzung und <u>Mutation</u> als Grundlage für genetische Variabilität <u>Natürliche Selektion</u> und <u>reproduktive Fitness</u> (z.B. Industriemelanismus - Birkenspanner) führen zur Angepasstheit Selektionsformen (stabilisierend, transformierend, disruptiv) (Sexuelle Selektion und Sexualdimorphismus an ausgewähltem Beispiel hier möglich (z.B. Hanhnschweif-Widafink)) <u>Isolation</u>smechanismen verhindern den Genfluss <u>Gendrift</u>, Flaschenhalseffekt und Gründereffekt verändern den Genpool (Allelfrequenz) - Simulation/Modell zur Gendrift (Modellkritik) möglich Der Artbegriff (biologisch vs. <u>populationsgenetisch</u>) Allopatrische <u>Artbildung</u> an ausgewähltem Beispiel (z.B. Sommer- und Wintergoldhähnchen) – Modell zur allopatrischen Artbildung (Modellkritik) möglich Sympatrische Artbildung an ausgewähltem Beispiel (z.B. Feuersalamander) Adaptive Radiation als vertiefendes Beispiel möglich (z.B. Darwinfinken - Galapagos-Inseln, Buntbarsche - Viktoriasee) <u>Koevolution</u> an ausgewähltem Beispiel (ultimat) (z.B. Passionsblume und Heliconiusfalter) – Unterscheidung zwischen proximat und ultimat Erklärungen → Basiskonzept individuelle und evolutive Entwicklung	• erläutern das Zusammenwirken von Rekombination, Mutation, genetischer Variabilität und phänotypischer Variation, reproduktive Fitness, Isolation und Drift bei Selektion und Artbildung. • beschreiben den populationsgenetischen Artbegriff.	• <u>simulieren evolutive Prozesse und diskutieren Möglichkeiten und Grenzen des Modells.</u>	• <u>grenzen die synthetische Evolutionstheorie von nicht-wissenschaftlichen Vorstellungen ab.</u> • erklären Koevolution ultimat und vermeiden dabei finale Begründungen.	
	⇒ <i>Genetische Variabilität innerhalb von Populationen ändert sich von Generation zu Generation. Evolution führt über die Bildung neuer Arten zu Biodiversität.</i>			

⇒ Belege für die Evolution Homologie (Divergenz) als Verwandtschaftsbeleg – Homologiekriterien (z.B. Wirbeltierextremitäten) (Analogie (Konvergenz) als Anpassungsähnlichkeit (z.B. Grabbeine von Maulwurf/Maulwurfgrille) hier möglich) Verwandtschaft rekonstruieren I (morphologisch) - <u>Stammbaumerstellung und -analyse anhand ursprünglicher und abgeleiteter Merkmale</u> Verwandtschaft rekonstruieren II: Aminosäuresequenzvergleiche und DNA-Sequenzvergleiche als <u>molekulargenetische Homologien</u> – Bezüge zur <u>PCR/Gelelektrophorese</u> (→ 12.1) → IQB-Aufgabe 15: Anolis (gA) → IQB-Aufgabe 16: Evolution Sauropsida (eA) → Basiskonzept individuelle und evolutive Entwicklung	• erläutern die molekularen Vorgänge bei PCR und Gelelektrophorese.	• deuten Aminosäure- und DNA-Sequenzen als molekularbiologische Homologien für phylogenetische Verwandtschaft.	erstellen und interpretieren Stammbäume auf der Grundlage von ursprünglichen und abgeleiteten Merkmalen zur Darstellung von phylogenetischer Verwandtschaft.	
⇒ <i>Abgestufte Ähnlichkeiten von Organismen dienen als Belege für die Rekonstruktion der gemeinsamen Abstammung.</i>				
<u>Kosten-Nutzen-Analyse</u> von Verhaltensweisen (Lebenslaufstrategien) beeinflussen die <u>reproduktive Fitness</u> (z.B. Brutpflege, Infantizid) - Unterscheidung zwischen ultimat und proximat Erklärungen <u>Sozialverhalten von Primaten – exogene und endogene Ursachen</u> (eA) Adaptiver Wert geschlechterspezifischer Verhaltensweisen bei Primaten (eA) – Verhaltensbeobachtung und Dokumentation Paarungssysteme/<u>Fortpflanzungsverhalten</u> von Primaten maximieren die <u>reproduktive Fitness</u> (funktionale Erklärung) (eA) → IQB-Aufgabe 17: Sozialverhalten von Schimpansen (eA) → Basiskonzept individuelle und evolutive Entwicklung	• analysieren Kosten und Nutzen von Verhaltensweisen hinsichtlich ihrer Konsequenzen für die reproduktive Fitness. • erläutern exogene und endogene Ursachen für das Sozialverhalten von Primaten.	• beobachten und dokumentieren geschlechtsspezifische Verhaltensweisen von Primaten und leiten deren adaptiven Wert ab.	• erklären Verhaltensweisen aus ultimat und proximat Sicht und vermeiden finale Aussagen. • erklären Maximierung der reproduktiven Fitness anhand von Paarungssystemen bei Primaten funktional.	
⇒ <i>Das Verhalten eines Individuums beeinflusst seine Überlebenswahrscheinlichkeit und reproduktive Fitness.</i>				
Der Mensch und seine nächsten Verwandten – systematische Gruppe der Primaten (eA) Rekonstruktion eines <u>Stammbaums</u> der menschlichen Evolution anhand ausgewählter morphologischer Merkmale und <u>Fossilfunde</u> (z.B. aufrechter Gang/Skelett, Schädel/Gehirnvolumen) (eA) Zusammenhänge zwischen <u>kultureller Evolution (Sprach- und Werkzeuggebrauch)</u> und biologischer Evolution des Menschen (eA) <u>Herkunft und Verbreitung</u> des modernen Menschen – Vergleich von Hypothesen (eA) → Basiskonzept individuelle und evolutive Entwicklung	• vergleichen Hypothesen zum evolutiven Ursprung und zur Ausbreitung des rezenten Menschen.	• rekonstruieren einen Stammbaum der menschlichen Evolution auf Basis ausgewählter morphologischer Merkmale.	• prüfen Fossilfunde hinsichtlich ihrer Aussagekraft bei der Rekonstruktion von phylogenetischer Verwandtschaft des Menschen.	• beurteilen den Einfluss der kulturellen Evolution anhand von Sprach- und Werkzeuggebrauch auf die menschliche Evolution.
⇒ <i>Biologische und kulturelle Evolution führten zum Auftreten des rezenten Menschen.</i>				

Liste der verbindlich durchzuführenden Experimente in der Q-Phase

Nummer (siehe schuleigenes Fachcurriculum)	Experiment (siehe Versuchsvorschriften im Fachgruppenordner)
1-Q2	Experiment zu Redoxreaktionen bei Stoffwechselreaktionen → Nachweis von $\text{NADH}+\text{H}^+$ bei der Glykolyse
2-Q2	Experiment zur alkoholischen Gärung → Einfluss von Substratkonzentration und Temperatur auf die Gärung, Nachweis von Kohlenstoffdioxid
3-Q2	Experiment zur Trennung von Fotosynthesepigmenten → Isolation und dünnsschichtchromatografische Trennung von Blattfarbstoffen
4-Q2	Experiment zur Funktion von Chlorophyll als lichtsensibles Redoxpigment → Modellierung der HILL-Reaktion
5-Q2	Experiment zur Abhängigkeit der Fotosynthese von abiotischen Faktoren → Beeinflussung der Fotosyntheserate durch Licht, Kohlenstoffdioxid und Chlorophyll, Nachweis von Assimilaten
6-Q2	Mikroskopie eines selbstangefertigten Blattquerschnitts → Mikroskopieren und Zeichnen eines Querschnitts durch ein bifaziales Laubblatt
7-Q3	Experiment zur Toleranz von Organismen gegenüber einem abiotischen Faktor → Festlegung erfolgt auf der nächsten Fachkonferenz im Herbst/Winter 2023

- ⇒ Die Auswahl der oben aufgeführten Experimente basiert auf **(a)** den in den Kompetenztabellen genannten Kompetenzen zur Erkenntnisgewinnung, **(b)** auf dem Anhang 2 zum Kerncurriculum für das Gymnasium – gymnasiale Oberstufe: Fachpraktische Aufgaben im Fach Biologie für die schriftliche Abiturprüfung auf erhöhtem Anforderungsniveau sowie **(c)** auf den inhaltlichen Vereinbarungen zur Gestaltung der Aufgaben – gemeinsamer Abituraufgabenpool der Länder: Aufgaben für das Fach Biologie.
- ⇒ Für alle oben aufgeführten Experimente stehen Versuchsvorschriften zur Verwendung im Unterricht zur Verfügung. Diese sind auf der digitalen Pinnwand zur Q-Phase sowie im Iserv-Fachgruppenordner abrufbar.

Möglichkeiten zur fachspezifischen Umsetzung der KMK-Strategie zur Bildung in der digitalen Welt beim Erwerb von Fachkompetenz¹

Fachspezifische Kompetenzen in der digitalen Welt	Exemplarisch ausgewählte Teilkompetenzen des Kerncurriculums
Die Lernenden...	
Nutzung mobiler Endgeräte zum Aufsuchen von geeigneten Animationen, Filmen oder Abbildungen zu biologischen Sachverhalten in Internetquellen.	• recherchieren zu einem Verfahren der personalisierten Krebsmedizin und wählen passende Quellen aus. • erläutern RNA-Interferenz als Mechanismus zur Hemmung der Genexpression.
Daten und Informationsquellen zu biologischen Sachverhalten kritisch interpretieren und analysieren.	• grenzen die synthetische Evolutionstheorie von nichtwissenschaftlichen Vorstellungen ab.
Gestaltung gemeinsamer Lern- und Arbeitsergebnisse durch Nutzung von interaktiven, kollaborativen und cloubasierten Arbeitsumgebungen.	• präsentieren die erhobenen Daten zur Toleranz von Organismen gegenüber einem abiotischen Faktor mithilfe einer geeigneten Darstellungsform. • interpretieren die Ergebnisse freilandbiologischer Untersuchungen und leiten Aussagen zur Biodiversität ab.
Digital gestützte Messwerterfassung beim fachgemäßen Arbeiten: Nutzung von digitalen Endgeräten, verschiedenen Sensoren und spezifischen Applikationen bei der Ermittlung und Auswertung von Daten.	• planen ein Experiment zur Toleranz von Organismen gegenüber einem ausgewählten abiotischen Faktor und führen es unter Berücksichtigung des Variablengefüges durch, nehmen quantitative Daten auf und werten sie aus. • beobachten und dokumentieren geschlechtsspezifische Verhaltensweisen von Primaten und leiten deren adaptiven Wert ab.
Modellierung und Dokumentation abstrakter oder komplexer biologischer Sachverhalte durch spezifische mediale Repräsentationen.	• simulieren kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung am Axon und diskutieren Möglichkeiten und Grenzen des Modells. • simulieren evolutive Prozesse und diskutieren Möglichkeiten und Grenzen des Modells.