

Gymnasium Andreanum

Schulinternes Curriculum für die Oberstufe

# **Biologie**

Stand: Juli 2023

### 1. Vorwort:

Das schulinterne Curriculum für das Fach Biologie orientiert sich an den Vorgaben des niedersächsischen Kultusministeriums (Kerncurriculum für das Gymnasium Sekundarstufe II).  
Link:

[https://cuvo.nibis.de/cuvo.php?p=detail\\_view&docid=1513&k0\\_0=Schulbereich&v0\\_0=Sek%20II&k0\\_1=Fach&v0\\_1=Biologie](https://cuvo.nibis.de/cuvo.php?p=detail_view&docid=1513&k0_0=Schulbereich&v0_0=Sek%20II&k0_1=Fach&v0_1=Biologie)

Des Weiteren dient das eingeführte Schulbuch (Markl Qualifikationsphase) als Grundlage des Unterrichts

### 2. Anzahl der Klausuren:

Phase	1. Halbjahr	2. Halbjahr
E	Eine Klausur: 2stündig	Eine Klausur: 2stündig
Q 1	Zwei Klausuren: Klausur 1: 2stündig Klausur 2: 3stündig (eA), 2stündig (P/B)	Eine Klausur: 4stündig (eA), 2stündig (P)
Q 2	Klausur unter Abiturbedingungen (eA/P), 2stündig (B)	Eine Klausur: 2stündig

### 3. Bewertung:

Einführungsphase:

Wird das Fach zweistündig unterrichtet, so wird eine Klassenarbeit geschrieben, die in der Regel nicht durch eine andere Leistung ersetzt werden kann. Die Mitarbeit im Unterricht wird mit 60%, die schriftliche Leistung mit 40% gewichtet. Die Mitarbeitsnote ergibt sich aus der mündlichen Mitarbeit im Unterricht (Qualität und Quantität der Beiträge), der Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten, sowie ggf. Referaten und Präsentationen. Die Halbjahres- bzw. Ganzjahreszensur ist eine pädagogische Note, die die Fachlehrerin bzw. der Fachlehrer vergibt.

Qualifikationsphase:

In der Qualifikationsphase wird die Mitarbeit im Unterricht ebenso wie die schriftlichen Leistungen mit 50% gewichtet. Die Mitarbeitsnote ergibt sich aus der mündlichen Mitarbeit im Unterricht (Qualität und Quantität der Beiträge), der Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten, sowie ggf. Referaten und Präsentationen. Die Halbjahres- bzw. Ganzjahreszensur ist eine pädagogische Note, die die Fachlehrerin bzw. der Fachlehrer vergibt.

#### 4. Themengebiete und Zuordnung der Kompetenzen

Phase	Stunden	Unterrichtseinheit
E	2	<p><b>Halbjahr 1: „Biologie der Zelle“</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Biomembranen</li> <li>2. Enzymatik</li> </ol> <p><b>Halbjahr 2: „Immunabwehr“</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Zellkommunikation</li> <li>4. Immunität</li> </ol>
Q1 (eA)	5	<p><b>Kurshalbjahr 1: „Regulatorische Prozesse“</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Genetik - Proteinbiosynthese</li> <li>2. Regulation der Genaktivität/ Epigenetik</li> <li>3. Energiestoffwechsel inkl. Gärung</li> </ol> <p><b>Kurshalbjahr 2: „Ökologie und nachhaltige Zukunft“</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Grüne Pflanzen als Produzenten</li> <li>5. Umweltfaktoren und ökologische Potenz</li> <li>6. Wechselwirkungen zwischen Lebewesen</li> <li>7. Stoffkreislauf und Energiefluss in Ökosystemen</li> <li>8. Eingriffe des Menschen in Ökosysteme</li> </ol>
Q2 (eA)	5	<p><b>Kurshalbjahr 3: „Kommunikation in biologischen Systemen“</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>9. Neuronale Informationsverarbeitung</li> <li>10. Neuronale Plastizität</li> <li>11. Verknüpfung neuronaler und hormoneller Informationsübertragung</li> <li>12. Evolutionstheorien</li> </ol> <p><b>Kurshalbjahr 4: „Evolution und Verhalten“</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>13. Evolutionsnachweise und Stammbäume</li> <li>14. Evolution des Menschen</li> <li>15. Verhalten</li> </ol>
Q1 (P/B)	3	<p><b>Kurshalbjahr 1: „Regulatorische Prozesse“</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Genetik - Proteinbiosynthese</li> <li>2. Regulation der Genaktivität</li> <li>3. Zellatmung</li> </ol> <p><b>Kurshalbjahr 2: „Ökologie und nachhaltige Zukunft“</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Fotosynthese</li> <li>5. Umweltfaktoren und ökologische Potenz</li> <li>6. Wechselwirkungen zwischen Lebewesen</li> <li>7. Stoffkreislauf und Energiefluss in Ökosystemen</li> <li>8. Eingriffe des Menschen in Ökosysteme</li> </ol>

Q2 (P/B)	3	<b>Kurshalbjahr 3: „Kommunikation in biologischen Systemen“</b> 9. Neuronale Informationsverarbeitung 10. Evolution  <b>Kurshalbjahr 4: „Evolution“</b> 11. Evolution und Verhalten
----------	---	--

## Einführungsphase

Sachkompetenz	Prozesskompetenz <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Erkenntnisgewinnungskompetenz (E)</li> <li>▪ Kommunikationskompetenz (K)</li> <li>▪ Bewertungskompetenz (B)</li> </ul>	Optionale Bemerkungen/Leitfragen/mögliche Problemstellungen	Std.
<b>1 Biologie der Zelle (42 Stunden)</b>			
<b>1.1 Biomembranen grenzen Zellkompartimente ab und ermöglichen Stofftransport.</b>			
1.1.a Aufbau von Zellen			10
<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen die Struktur einer Pflanze auf Organ-, Gewebe- und Zellebene dar.</li> </ul>		Basiskonzepte und Systemebenen der Biologie <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erläutern der fünf Basiskonzepte und Zuordnung von Beispielen</li> <li>• Sortieren der Systemebenen der Biologie</li> </ul>	2
<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen die Struktur einer Pflanze auf Organ-, Gewebe- und Zellebene dar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen pflanzliche Gewebepräparate her, untersuchen sie lichtmikroskopisch und zeichnen einen geeigneten Zellverband. (E)</li> <li>• nutzen Skizzen zur Darstellung der Struktur der pflanzlichen Zelle mit Zellwand, Zellmembran, Vakuole, Zellkern, Chloroplasten, Zellplasma auch im Vergleich zur Tierzelle und unter Berücksichtigung von Größenrelationen. (K)</li> </ul>	Wie unterscheiden sich pflanzliche und tierische Zellen? <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikroskopische Untersuchung einer pflanzlichen Zelle (Wasserpest)</li> <li>• Mikroskopische Untersuchung einer menschlichen Mundschleimhautzelle</li> <li>• Mikroskopische Zeichnungen anfertigen</li> <li>• Vergleich der Zellen auch unter Berücksichtigung von Größenrelationen (Evtl. Aufbau Mikroskop)</li> </ul>	2-3
<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen die Struktur einer Pflanze auf Organ-, Gewebe- und Zellebene dar.</li> </ul>		Wieso können wir nicht alle Zellbestandteile erkennen? <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Grenzen des Lichtmikroskops erkennen</li> <li>• Arbeit mit Bildern von Elektronenmikroskopen</li> </ul>	2
		Welche Funktionen erfüllen die Zellbestandteile?	2

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erarbeitung der Funktionen von Zellkernen, Mitochondrien und Ribosomen mithilfe der Differenzialzentrifugation</li> <li>• Erarbeitung der Funktionen weiterer Zellbestandteile mithilfe von Informationstexten</li> </ul>	
		<p>Wie sind aus Prokaryoten Eukaryoten entstanden?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erarbeitung der Endosymbiontentheorie durch den Vergleich der Membranen</li> <li>• Evtl. Visualisierung den Vorgang der Endocytose</li> </ul>	2
<b>1.1.b Struktur und Funktion der Biomembranen</b>			<b>8</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Struktur und die daraus resultierenden unpolaren und polaren Eigenschaften von Lipiden und Phospholipiden und erläutern die Struktur der Biomembran mit dem Fluid-Mosaik-Modell.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• planen ein hypothesengeleitetes Experiment zum indirekten Nachweis von Lipiden und Proteinen als Bestandteile der Biomembran, führen dieses unter Berücksichtigung des Variablengefüges durch, protokollieren die Ergebnisse und werten sie aus. (E)</li> </ul>	<p>Aus welchen Bestandteilen besteht die Biomembran?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rotkohlversuch (indirekter Nachweis von Lipiden und Proteinen als Membranbestandteile)</li> </ul>	2
		<p>Was sind Lipide, Proteine und Kohlenhydrate?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur und Eigenschaften der Nährstoffe</li> </ul>	2
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Struktur und die daraus resultierenden unpolaren und polaren Eigenschaften von Lipiden und Phospholipiden und erläutern die Struktur der Biomembran mit dem Fluid-Mosaik-Modell.</li> </ul>		<p>Wie ist die Biomembran aufgebaut?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sukzessive Entwicklung des Flüssig-Mosaik-Modells über Bilayer- und Sandwichmodell</li> </ul>	2

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären Kompartimentierung durch Biomembranen funktional. (K)</li> </ul>	<p>Was sind die Funktionen der Biomembranen?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erläuterung der Funktionen</li> <li>• Konkreter Bezug zur Kompartimentierung</li> </ul>	2
1.1.c Diffusion und Osmose beeinflussen die Gestalt von Pflanzenzellen			8
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Diffusion und Osmose.</li> </ul>		<p>Wie kommt es zu einer Durchmischung ohne aktive Bewegung?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erklärung der Diffusion mithilfe eines Modellexperiments/Teebeutelversuch</li> <li>• Erläuterung von Diffusion auf Stoff- und Teilchenebene</li> </ul>	2
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Diffusion und Osmose.</li> </ul>		<p>Was passiert bei der Diffusion von Moleküle durch eine selektiv permeable Membran?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erklärung der Osmose mithilfe eines Modellexperiments/Teebeutelversuch</li> <li>• Erläuterung von Osmose auf Stoff- und Teilchenebene</li> </ul>	2
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen Befunde zur Plasmolyse und Deplasmolyse unter Beachtung von Stoff- und Teilchenebene dar. (K)</li> </ul>	<p>Wieso tritt Wasser aus der Gurke, wenn man sie mit Salz bestreut?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erklärung von Plasmolyse/Deplasmolyse mithilfe eines Modellexperiments</li> </ul>	2
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• untersuchen Plasmolyse und Deplasmolyse mikroskopisch.</li> </ul>	<p>Wie verändern sich die Pflanzenzelle auf der mikroskopischen Ebene während der Plasmolyse und Deplasmolyse?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Untersuchung der Zwiebelzellen</li> </ul>	2
1.1.d Stoffe können aktiv und passiv durch Biomembranen transportiert werden			2-4
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern passiven und aktiven Transport durch Biomembranen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären Energieübertragung durch ATP funktional. (K)</li> </ul>	<p>Durch welche Mechanismen können Stoffe aus und in die Zelle transportiert werden?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergleich von aktivem und passiven Transport</li> </ul>	2

		Optionale Vertiefung: Osmotische Regulation Osmotische Regulation bei Süß- und Salzwasserfischen/ Albatrosse	2
1.2 Enzyme steuern Lebensvorgänge in Zellen			12
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die räumliche Struktur von Proteinen am Beispiel eines Enzyms.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen die Funktion von Enzymen als Biokatalysatoren mithilfe von Energiediagrammen dar.</li> <li>• stellen Substrat-, Wirkungsspezifität und kompetitive Hemmung bei Enzymen auf Basis des Schlüssel-Schloss-Prinzips modellhaft dar.</li> </ul>	<p>Was sind Enzyme und welche Funktion haben sie?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Untersuchung von bspw. Amylase</li> <li>• Enzyme sind Proteine</li> <li>• Enzyme sind Biokatalysatoren</li> <li>• Enzyme sind substrat- und wirkungsspezifisch</li> </ul>	4
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Abhängigkeit der Enzymaktivität von Temperatur, pH-Wert und Substratkonzentration.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• entwickeln Fragestellungen zur Abhängigkeit der Enzymaktivität, 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. (E)</li> <li>• präsentieren ihre Lern- und Arbeitsergebnisse sachgerecht. (K)</li> </ul>	<p>Von welchen Faktoren ist die Enzymaktivität abhängig und inwiefern?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planung eines Experiments zur Enzymaktivität bei Temperatur und pH-Wert</li> <li>• Selbstständige Durchführung</li> <li>• Auswertung</li> </ul>	4
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Abhängigkeit der Enzymaktivität von Temperatur, pH-Wert und Substratkonzentration.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen Substrat-, Wirkungsspezifität und kompetitive Hemmung bei Enzymen auf Basis des Schlüssel-Schloss-Prinzips modellhaft dar.</li> </ul>	<p>Smartie-Versuch</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abhängigkeit von Substratkonzentration</li> <li>• Kompetitive Hemmung</li> </ul>	2

		Bananenversuch → enzymatische Hemmung	2
<b>2 Zelluläre und molekulare Vorgänge der Immunabwehr</b>			
2.1 Bei Immunreaktionen kommunizieren Zellen über Moleküle.			12
		Welche Krankheitserreger gibt es? <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Vermehrungszyklus von Viren</li> <li>• Vergleich von Viren, Bakterien, Pilze und Protozoen (Größe, Beispiele, Krankheiten, nützliche Vertreter, Vermehrung)</li> </ul> Wie schützen wir uns vor den unterschiedlichen Erregern? <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schleimhäute,...</li> </ul>	2
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>erläutern Phagozytose von Viren</b> und Antigenpräsentation auf MHCII-Komplexen von Makrophagen sowie die nachfolgende Produktion spezifischer Antikörper in Plasmazellen nach B-Zellaktivierung durch T-Helferzellen als Immunantwort auf eine virale Infektion.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen den Vorgang des Membranflusses modellhaft dar. (E)</li> </ul>	Unspezifische Immunabwehr <ul style="list-style-type: none"> <li>• Makrophagen und Phagocytose</li> </ul>	2
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Phagozytose von Viren und Antigenpräsentation auf MHCII-Komplexen von Makrophagen sowie die nachfolgende Produktion spezifischer Antikörper in Plasmazellen nach B-Zellaktivierung durch T-Helferzellen als Immunantwort auf eine virale Infektion.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen die zellulären und molekularen Vorgänge der Immunabwehr bei einer Virusinfektion unter Berücksichtigung des Schlüssel-Schloss-Prinzips grafisch dar. (K)</li> </ul>	Wie reagiert der Körper, wenn die unspezifische Immunabwehr nicht ausreicht? <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spezifische Immunabwehr Grundmerkmale (Was zeichnet die spezifische Immunabwehr aus?)</li> <li>• Zellen der spezifischen Immunreaktion (Lymphozyten)</li> </ul>	2

<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben Zelldifferenzierung am Beispiel von B- und T-Lymphozyten.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bildung im Knochenmark und Thymus</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Phagozytose von Viren und Antigenpräsentation auf MHCII-Komplexen von Makrophagen sowie die nachfolgende Produktion spezifischer Antikörper in Plasmazellen nach B-Zellaktivierung durch T-Helferzellen als Immunantwort auf eine virale Infektion.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen die zellulären und molekularen Vorgänge der Immunabwehr bei einer Virusinfektion unter Berücksichtigung des Schlüssel-Schloss-Prinzips grafisch dar. (K)</li> </ul>	<p>Wie läuft die humorale Immunantwort ab?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ablauf der humorale Immunantwort</li> <li>• Aktivierung von B-Zellen durch spezifische T-Zellen</li> </ul>	2
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Phagozytose von Viren und Antigenpräsentation auf MHCII-Komplexen von Makrophagen sowie die nachfolgende <b>Produktion spezifischer Antikörper</b> in Plasmazellen nach B-Zellaktivierung durch T-Helferzellen als Immunantwort auf eine virale Infektion.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen die zellulären und molekularen Vorgänge der Immunabwehr bei einer Virusinfektion unter Berücksichtigung des Schlüssel-Schloss-Prinzips grafisch dar. (K)</li> </ul>	Klonale Selektion und Antikörper	2
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Antigenpräsentation auf MHC-I-Komplexen einer Wirtszelle und nachfolgende Apoptose durch Enzyme aus zytotoxischen T-Zellen als Immunantwort auf eine virale Infektion.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen die zellulären und molekularen Vorgänge der Immunabwehr bei einer Virusinfektion unter Berücksichtigung des Schlüssel-Schloss-Prinzips grafisch dar. (K)</li> </ul>	<p>Was passiert wenn der Erreger die Körperzellen befällt? (zellvermittelte Immunantwort)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ablauf der zellulären Immunantwort</li> <li>• Aktivierung der T-Killerzellen</li> <li>• Apoptose</li> </ul>	2
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Antigenpräsentation auf MHC-I-Komplexen einer Wirtszelle und nachfolgende Apoptose durch Enzyme aus zytotoxischen T-Zellen als Immunantwort auf eine virale Infektion</li> </ul>		Mögliche Vertiefung: „Wie Krebszellen verhindern ,dass Zellen sich verstehen“	
2.2 Der Kontakt mit spezifischen Antigenen führt zu Immunität			8
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Informationsspeicherung bei der Bildung von B-Gedächtniszellen nach erfolgter Immunreaktion sowie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• leiten das Phänomen der erworbenen Immunität aus Daten zur Antikörperkonzentration bei primärer und sekundärer Immunantwort im Blut ab. (E)</li> </ul>	Mögliche Anwendung: Titerbestimmung	2

deren Funktion bei erneuten Infektionen.			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beurteilen impfkritische Aussagen und argumentieren dabei wissenschaftlich. (K)</li> </ul>	Pro- und Contra Schutzimpfung	2
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bewerten eine Impfpflicht als präventive Maßnahme unter Berücksichtigung deskriptiver und normativer Aussagen, bilden sich kriteriengeleitet Meinungen, treffen Entscheidungen und reflektieren Entscheidungsprozesse. (B)</li> </ul>	Soll der Staat eine Impfpflicht (gegen HPV) einführen? <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wie verhindern HP-Viren, dass T-Killerzellen vom HP-Virus befallene Körperzellen erkennen können?</li> </ul>	4

## Qualifikationsphase

Q1.1 Regulatorische Prozesse			
1.1 Durch spezifische Basenabfolgen in der DNA werden Informationen für die Struktur von Proteinen gespeichert und über die Proteinbiosynthese exprimiert.			
Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben die molekulare Struktur der DNA und erläutern die komplementäre Basenpaarung durch Wasserstoffbrückenbindungen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>leiten aus Daten die Vervielfältigung von genetisch gespeicherter Information durch semikonservative Replikation ab.</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern Transkription und Translation als Realisierung von genetisch gespeicherten Informationen.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>erklären Proteinviefalt durch alternatives Spleißen in der eukaryotischen Proteinbiosynthese funktional.</li> </ul>	
1.2 Die Steuerung der Genexpression führt zur Bildung spezifischer Proteine.			
Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Steuerung der Genexpression durch Hormone als Transkriptionsfaktoren.</li> <li><b>erläutern RNA-Interferenz als Mechanismus zur Hemmung der Genexpression.<sup>1</sup></b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>leiten aus umweltbedingten Methylierungsmustern der DNA ab, dass Genexpression über Methylierung gesteuert wird.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>erklären Genexpression durch Histonmodifikation proximat.</b></li> </ul>	

<sup>1</sup> Fettgedrucktes = nur e.A.

<i>1.3 Mutationen in den Basensequenzen der DNA können zu hereditären Erkrankungen führen. Gentechnische Verfahren werden zur Diagnose und Behandlung genetisch bedingter Erkrankungen genutzt.</i>			
Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Genmutationen und ihre Auswirkungen auf Zell-, Organ- und Organismusebene.</li> <li>• beschreiben ein gentherapeutisches Verfahren zum Austausch von DNA-Sequenzen.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• leiten aus Familienstammbäumen die Wahrscheinlichkeit des Auftretens hereditärer Erkrankungen ab.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>
<i>1.4 Der fehlgesteuerte Zellzyklus kann zur Bildung von Krebszellen führen.</i>			
Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>beschreiben die Entstehung von Krebs als unkontrollierte Teilungen und Wachstum von Zellen.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>werten Forschungsbefunde zur Beeinflussung des Zellzyklus durch mutierte oder epigenetisch modifizierte Onkogene und Anti-Onkogene beziehungsweise ihrer Genprodukte aus.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>recherchieren zu einem Verfahren der personalisierten Krebsmedizin und wählen passende Quellen aus.</b></li> </ul>	
<i>1.5 Energienutzung ermöglicht die Aufrechterhaltung von Lebensprozessen.</i>			
Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Energieübertragung auf molekularer Ebene durch das ATP/ADP-System.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• nutzen eine geeignete Darstellungsform für das Prinzip der energetischen Kopplung.</li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Abgabe von Wärme bei der Nutzung von Energie als Energieentwertung.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• unterscheiden bei der Thermogenese zwischen kausalen und funktionalen Erklärungen.</li> </ul>	
<i>1.6 Die Oxidation von Nährstoffen stellt Energie in Zellen bereit.</i>			
Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben Redoxreaktionen als Elektronenübertragungen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führen ein Experiment zur modellhaften Veranschaulichung von Redoxreaktionen bei Stoffwechselreaktionen durch.</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Bildung von CO<sub>2</sub>, ATP sowie NADH + H<sup>+</sup> und FADH<sub>2</sub> beim oxidativen Abbau von Glucose.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• werten Befunde zur Wirkung der Phosphofruktokinase im Hinblick auf das Prinzip der Rückkopplung aus.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen die Stoff- und Energiebilanz der vier Schritte der Zellatmung strukturiert dar.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Synthese von ATP anhand des chemiosmotischen Modells sowie die Bildung von Wasser bei der Atmungskette.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>diskutieren Möglichkeiten und Grenzen des energetischen Modells der Atmungskette.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• skizzieren die Struktur des Mitochondriums unter Berücksichtigung von Kompartimentierung und Oberflächenvergrößerung.</li> </ul>	
<i>1.7 Gärung stellt Energie unter anaeroben Bedingungen bereit.</i>			
Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>erläutern die ATP-Synthese beim Glucoseabbau unter anaeroben Bedingungen bei Milchsäuregärung und alkoholischer Gärung.</b></li> <li>• erläutern die Abhängigkeit der Gärung von Temperatur und</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>planen ein hypothesengeleitetes Experiment zur alkoholischen Gärung unter Berücksichtigung des Variablengefüges, führen dieses durch, nehmen Daten auf, werten sie aus und</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>erklären die Regeneration des NAD<sup>+</sup> bei der Gärung als Anpasstheit an anaerobe Bedingungen funktional.</b></li> </ul>	

Substratkonzentration auf Enzymeebene.	widerlegen oder stützen Hypothesen.		
--	-------------------------------------	--	--

## Q1.2 Ökologie und nachhaltige Zukunft

### 2.1 Fotoautotrophe Lebewesen stellen energetisch nutzbare Stoffe her.

Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben die Absorption von Licht verschiedener Wellenlängen durch Blattpigmente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>führen eine Dünnschichtchromatographie zur Trennung von Fotosynthesepigmenten durch und werten das Chromatogramm aus.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>leiten das Wirkungsspektrum aus den Absorptionsspektren verschiedener Pigmente ab.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die ATP-Synthese der Primärreaktionen der Fotosynthese anhand des chemiosmotischen Modells.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>skizzieren die Struktur eines Chloroplasten unter Berücksichtigung der Kompartimentierung.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>beschreiben energetische Anregung der Elektronen in Lichtsammelkomplexen von Fotosystemen.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>planen ein Experiment zur Funktion von Chlorophyll als lichtsensibles Redoxpigment unter Berücksichtigung des Variablengefüges, nehmen Daten auf und werten sie unter Berücksichtigung von Redoxpotenzialen aus.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>stellen das energetische Modell der Primärreaktion schematisch dar.</b></li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern Fixierungs-, Reduktions- und Regenerationsphase als Teilschritte der Sekundärreaktionen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>leiten anhand vorliegender Daten aus einer Tracer-Untersuchung Teilschritte von Stoffwechselwegen ab.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stellen den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen auf stofflicher und energetischer Ebene schematisch dar.</li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Abhängigkeiten der Fotosyntheserate von Lichtintensität, Temperatur und Kohlenstoffdioxidkonzentration.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• präsentieren ihre Lern- und Arbeitsergebnisse sachgerecht.</li> </ul>	
---	--	--	--

*2.2 Laubblätter grüner Pflanzen zeigen spezifische strukturelle und funktionale Anpassungen.*

Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
---------------	-------------------------------	-------------------------	---------------------

Die Lernenden...

<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Struktur eines bifazialen Laubblatts.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mikroskopieren und zeichnen den selbstständig angefertigten Blattquerschnitt eines bifazialen Laubblatts.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären Modifikationen bei Sonnen- und Schattenblättern funktional.</li> </ul>	
---	---	--	--

<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Struktur-Funktionsbeziehungen bei meso- und xerophytischen Laubblättern.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>werten Daten zu unterschiedlichen Fotosyntheseraten in C<sub>3</sub>- und C<sub>4</sub>-Pflanzen im Hinblick auf Anpassungen aus.</b></li> </ul>		
--	--	--	--

2.3 Wechselbeziehungen zwischen Organismen und Lebensraum bilden Ökosysteme. Biodiversität dient der Beschreibung des Zustands von Ökosystemen.			
Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern das Ökosystem als Beziehungsgefüge zwischen Biotop und Biozönose unter Einbeziehung der spezifischen biotischen und abiotischen Faktoren.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wenden labor- und freilandbiologische Geräte und Techniken zur qualitativen und quantitativen Erfassung von Arten in einem Areal sachgerecht an.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>interpretieren die Ergebnisse freilandbiologischer Untersuchungen und leiten Aussagen zur Biodiversität ab.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>vergleichen unter Bezug auf biotische und abiotische Faktoren physiologische und ökologische Potenz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>präsentieren die erhobenen Daten zur Toleranz von Organismen gegenüber einem abiotischen Faktor mithilfe einer geeigneten Darstellungsform.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern inter- und intraspezifische Konkurrenz, Räuber-Beute-Beziehung, Parasitismus und Symbiose als Wechselbeziehungen zwischen Organismen an konkreten Beispielen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>werten Ökogramme im Hinblick auf interspezifische Konkurrenz aus.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stellen die ökologische Nische als Beziehungsgefüge zwischen einer Art und ihrer Umwelt mithilfe einer geeigneten Darstellungsform dar.</li> </ul>	
2.4 Die Rückwirkungen zwischen Individuenzahl und Umweltbedingungen regulieren das Populationswachstum in Ökosystemen.			
Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>erläutern exponentielle und logistische Entwicklungen von Populationen vor dem Hintergrund von Regulation in Ökosystemen.</b></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li><b>erklären r- und K-Fortpflanzungsstrategien funktional.</b></li> </ul>	

2.5 Die Wechselwirkungen in Ökosystemen lassen sich mithilfe von Stoff- und Energieflüssen beschreiben.			
Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern Biomassetransfer und Energienutzung in Nahrungsketten und -netzen.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li><b>wählen Daten zu einer hormonartig wirkenden Substanz in einer Nahrungskette aus und erschließen dazu Informationen aus Quellen mit verschiedenen, auch komplexen Darstellungsformen.</b></li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern Stoffflüsse in Ökosystemen der Biosphäre anhand des Kohlenstoffkreislaufs.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>diskutieren evidenzbasiert zu den Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffekts auf den Stofffluss in einer Nahrungskette.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>entwickeln auf Basis des ökologischen Fußabdrucks Handlungsoptionen in alltagsrelevanten Entscheidungssituationen zur Kohlenstoffdioxidbilanz und wägen sie ab.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>erläutern mikrobielle Stickstoff-Fixierung, Nitrifikation, Denitrifikation und Ammonifikation durch Mikroorganismen als Chemosynthese.</b></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li><b>stellen einen Stickstoffkreislauf auf molekularer Ebene unter Berücksichtigung von Produzenten, Konsumenten und Destruenten schematisch dar.</b></li> </ul>	
2.6 Die anthropogene Nutzung verändert die Stabilität von Ökosystemen. Eine nachhaltige Nutzung von Ressourcen kann unter Berücksichtigung der Regenerationsfähigkeit von Ökosystemen erreicht werden.			
Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Nutzung von Ressourcen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung unter</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>reflektieren kurz- und langfristige sowie lokale und globale Folgen einer</li> </ul>

Berücksichtigung von Biodiversität.			Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahme und bewerten deren Auswirkungen im Hinblick auf Nachhaltigkeit aus ökologischer, ökonomischer und sozialer Perspektive.
-------------------------------------	--	--	--

Q2.1 Kommunikation in biologischen Systemen <sup>2</sup>			
3.1 Reize lösen in Sinneszellen Erregung aus. Nervenzellen übertragen elektrisch und chemisch codierte Information.			
Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Entstehung und Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials auch unter Berücksichtigung des Prinzips des Fließgleichgewichts sowie den Ablauf des Aktionspotenzials.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>leiten aus Potenzialmessungen Ionenströme an Axonen ab.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>skizzieren die Struktur eines Neurons schematisch.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern die Codierung von Information bei der Übertragung von Erregung zwischen Nervenzellen sowie Nerven- und Muskelzellen an cholinergen Synapsen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>simulieren kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung am Axon und diskutieren Möglichkeiten und Grenzen des Modells.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>recherchieren zu neuronalen Störungen durch Stoffeinwirkungen an Synapsen und wählen passende Quellen aus.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>beschreiben die molekularen Vorgänge an einer hemmenden Synapse.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>interpretieren Daten zur neuronalen Verrechnung, indem sie aus ihnen räumliche und zeitliche Summation ableiten.</b></li> </ul>		

<sup>2</sup> Abschnitt 3.4 enthält bereits Inhalte des letzten Halbjahres der Qualifikationsphase.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Bildung von Rezeptorpotenzialen an primären sowie sekundären Sinneszellen als Folge von Signaltransduktion.</li> </ul>			
3.2 Das Zusammenspiel zwischen neuronaler und hormoneller Informationsübertragung ermöglicht Kommunikation zwischen Zellen.			
Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die chemische Informationsübertragung durch Peptid- und Steroidhormone, die aus Drüsenzellen in das Blut sezerniert werden und Reaktionen in anderen Zellen bewirken.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• leiten aus komplexen Darstellungsformen die Verknüpfung neuronaler und hormoneller Informationsübertragung ab.</li> </ul>	
3.3 Erfahrungen bewirken strukturelle Veränderungen des Gehirns.			
Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern neuronale Plastizität als Umbau zellulärer Strukturen des Gehirns beim Lernen.</li> </ul>			
3.4 Genetische Variabilität innerhalb von Populationen ändert sich von Generation zu Generation. Evolution führt über die Bildung neuer Arten zu Biodiversität.			
Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern das Zusammenwirken von Rekombination, Mutation, genetischer Variabilität und phänotypischer Variation, reproduktive Fitness,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• simulieren evolutive Prozesse und diskutieren Möglichkeiten und Grenzen des Modells.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• grenzen die synthetische Evolutionstheorie von nichtwissenschaftlichen Vorstellungen ab.</li> </ul>	

<p>Isolation und Drift bei Selektion und Artbildung.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den populationsgenetischen Artbegriff.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären Koevolution ultimat und vermeiden dabei finale Begründungen.</li> </ul>	
---	--	---	--

Q2.2 Evolution und Verhalten			
4.1 Abgestufte Ähnlichkeiten von Organismen dienen als Belege für die Rekonstruktion der gemeinsamen Abstammung.			
Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die molekularen Vorgänge bei PCR und Gelelektrophorese.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• deuten Aminosäure- und DNA-Sequenzen als molekularbiologische Homologien für phylogenetische Verwandtschaft.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erstellen und interpretieren Stammbäume auf der Grundlage von ursprünglichen und abgeleiteten Merkmalen zur Darstellung phylogenetischer Verwandtschaft.</li> </ul>	
4.2 Das Verhalten eines Individuums beeinflusst seine Überlebenswahrscheinlichkeit und reproduktive Fitness.			
Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren Kosten und Nutzen von Verhaltensweisen hinsichtlich ihrer Konsequenzen für die reproduktive Fitness.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären Verhaltensweisen aus ultimat und proximat Sicht und vermeiden finale Aussagen.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>erläutern exogene und endogene Ursachen für das Sozialverhalten von Primaten.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>beobachten und dokumentieren geschlechtsspezifische Verhaltensweisen von Primaten und leiten deren adaptiven Wert ab.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>erklären Maximierung der reproduktiven Fitness anhand von Paarungssystemen bei Primaten funktional.</b></li> </ul>	

*4.3 Biologische und kulturelle Evolution führten zum Auftreten des rezenten Menschen.*

Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnungskompetenz	Kommunikationskompetenz	Bewertungskompetenz
Die Lernenden...			
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>vergleichen Hypothesen zum evolutiven Ursprung und zur Ausbreitung des rezenten Menschen.</b></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>rekonstruieren einen Stammbaum der menschlichen Evolution auf Basis ausgewählter morphologischer Merkmale.</b></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>prüfen Fossilfunde hinsichtlich ihrer Aussagekraft bei der Rekonstruktion von phylogenetischer Verwandtschaft des Menschen.</b></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>beurteilen den Einfluss der kulturellen Evolution anhand von Sprach- und Werkzeuggebrauch auf die menschliche Evolution.</b></li></ul>