



Das Fachcurriculum weist folgende Kompetenzbereiche aus:

Inhaltsbezogene Kompetenzen: Fachwissen (FW)

Prozessbezogene Kompetenzen: Erkenntnisgewinnung (EG), Kommunikation (KK), Bewerten (BW)

Nachfolgend genannte prozessbezogene Kompetenzen finden durchgehend und anknüpfend an die jeweiligen Unterrichtsinhalte in allen Kurshalbjahren Berücksichtigung und werden deshalb nicht gesondert in der tabellarischen Übersicht zugeordnet:

EG 1.1 beschreiben und erklären biologische Sachverhalte kriteriengeleitet durch Beobachtung und Vergleich.	EG 4.3 analysieren naturwissenschaftliche Texte.
EG 2.1 entwickeln Fragestellungen und Hypothesen, planen Experimente, führen diese durch und werten sie hypothesenbezogen aus.	EG 4.4 beschreiben, analysieren und deuten Abbildungen, Tabellen, Diagramme sowie grafische Darstellungen unter Beachtung der untersuchten Größen und Einheiten
EG 2.2 diskutieren Fehlerquellen bei Experimenten (fehlender Kontrollansatz).	
EG 3.1 erläutern biologische Sachverhalte mit Hilfe von Modellen.	KK 1 beschreiben und erklären biologische Sachverhalte strukturiert und unter korrekter Verwendung der Fachsprache.
EG 3.2 wenden Modelle an, erweitern sie und beurteilen die Aussagekraft und Gültigkeit.	KK 2 veranschaulichen biologische Sachverhalte auf angemessene Art und Weise (Text, Tabelle, Diagramm, Schema, Skizze).
EG 4.1 wenden den naturwissenschaftlichen Gang der Erkenntnisgewinnung auf neue Probleme an.	KK 3 strukturieren biologische Zusammenhänge (Fließdiagramm, Mindmap, <i>Conceptmap</i> *).

## 12.1 Cytologie, Enzymatik, abbauender Stoffwechsel

### Cytologie:

Die Cytologie wird in der Qualifikationsphase nicht als eigenständiges Thema behandelt. Dennoch bildet die Cytologie die Grundlage zum Verständnis vieler folgender Themenbereiche. Aufbauend auf den Vorgaben des Kerncurriculums für die Einführungsphase, werden die Entsprechenden Kompetenzen wiederholt, gefestigt und entsprechend erweitert.

## Enzymatik:

Im Rückgriff auf die Einführungsphase werden im Rahmen dieser Unterrichtseinheit wesentliche Enzymeigenschaften experimentell erarbeitet, z. B. Wirkungs- und Substratspezifität sowie Temperatur- und pH-Abhängigkeit. Die experimentellen Ergebnisse finden ihre Erklärung im Aufbau der Enzyme (Primär-, Sekundär- und Tertiärstruktur, aktives Zentrum). Das Schlüssel-Schloss-Prinzip wird in der Qualifikationsphase im Zusammenhang mit biochemischen Aspekten vertieft. Dies geschieht in vielfältigen fachlichen Zusammenhängen, wie z. B. beim Enzym-Substrat-Komplex oder bei Transmitterstoffen und Rezeptormolekülen. Auf allen Organisationsebenen sind Wirkung und Rückwirkung zwischen den Elementen lebender Systeme zu beobachten. Auf stoffwechselbiologischer Ebene wird dies z. B. bei kompetitiven und allosterischen Wirkungen bei Enzymen zur Regulation von Stoffwechselwegen deutlich.

Unterrichtseinheit	Inhaltsbezogene Kompetenzen (FW)	Prozessbezogene Kompetenzen (EG, KK, BW)
<b>Enzymatik</b>		
<b>Enzyme als Biokatalysatoren</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Abbau von Kartoffelstärke</li></ul>	FW 4.3 erläutern Enzyme als Biokatalysatoren von Abbau- und Aufbauprozessen (Aktivierungsenergie, Substrat- und Wirkungsspezifität). FW 4.4 erläutern die Abhängigkeit der Enzymaktivität von unterschiedlichen Faktoren (Temperatur, pH-Wert, Substratkonzentration). FW 3.1 beschreiben kompetitive und allosterische Wirkungen bei Enzymen zur Regulation von Stoffwechselwegen (Phosphofruktokinase).	EG 4.1 wenden den naturwissenschaftlichen Gang der Erkenntnisgewinnung auf neue Probleme an. EG 3.1 erläutern biologische Sachverhalte mithilfe von Modellen. EG 3.2 wenden Modelle an, erweitern sie und beurteilen die Aussagekraft und Gültigkeit.  KK 2 veranschaulichen biologische Sachverhalte auf angemessene Art und Weise (Text, Tabelle, Diagramm, Schema, Skizze).
<b>Energiestoffwechsel und Sport</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Atmung/Gärung bei Bewegung</li></ul>	FW 1.1 erläutern Struktur-Funktionsbeziehungen auf der Ebene von Molekülen modellhaft (Enzyme, Rezeptormoleküle, <i>Aktin- und Myosinfilamente bei der Kontraktion von Skelettmuskelfasern*</i> ).	KK 1 beschreiben und erklären biologische Sachverhalte strukturiert und unter korrekter Verwendung der Fachsprache  KK 4 unterscheiden bei der Erläuterung physiologischer Sachverhalte zwischen Stoff- und Teilchenebene.

## Abbauender Stoffwechsel:

Lebewesen sind aufgrund der permanenten Energieabgabe darauf angewiesen, diese durch ständige Energiezufuhr auszugleichen. Letztlich sind fast alle Lebewesen dieser Erde auf die Zufuhr von Lichtenergie und auf die Fotosynthese angewiesen. Durch diesen Prozess sind Pflanzen in der Lage, ihre eigenen energiereichen Nährstoffe herzustellen. Die dabei chemisch gebundene Energie wird über Nahrungsketten und Nahrungsnetze auch auf tierische Organismen übertragen. Die aufbauenden und abbauenden Stoffwechselforgänge sind auf den verschiedenen Organisationsebenen über Stoffe sowie Energie- und Reduktionsäquivalente verknüpft. Stoffwechselwege werden als schematische Redox-Reaktionen betrachtet. Während des Stoffwechsels finden Speicherung, Transport und Umwandlung von Stoffen statt. Letztendlich wird

die aufgenommene Energie als Wärme entwertet. Die wichtigsten Moleküle der Stoffwechselwege werden dabei in der Regel im C-Körper-Schema dargestellt. Dies bedeutet, dass zwar keine Strukturformeln gezeichnet werden, wohl aber die Anzahl der Kohlenstoffatome und die Namen der Ausgangsstoffe und Produkte sowie der an den energetisch relevanten Schritten beteiligten Zwischenprodukte, Reduktions- und Energieäquivalente angegeben werden müssen.

Grundlegend werden auch Aspekte aus dem Bereich der Sportphysiologie wie zum Beispiel die Anpassungen an körperliche Anstrengung, der Energieumsatz bei körperlicher Aktivität und die Muskelkontraktion thematisiert. Die Leistungsfähigkeit von Lebewesen ist von der Versorgung ihrer Zellen mit Sauerstoff abhängig. Daher werden hinführend zur Zellatmung auch die Vorgänge bei der äußeren Atmung, sowie der Sauerstofftransport durch Hämoglobin behandelt.

Unterrichtseinheit	Inhaltsbezogene Kompetenzen (FW)	Prozessbezogene Kompetenzen (EG, KK, BW)
<b>Abbauender Stoffwechsel</b>		
<p><b>Atmung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anpassung an körperliche Anstrengung</li> <li>• Vergleich von Atmungsorganen</li> <li>• Regelung der Äußeren Atmung</li> <li>• Sauerstofftransport durch Hämoglobin</li> </ul>	<p>FW 1.3: erläutern Struktur- und Funktionsbeziehungen auf der Ebene von Organen</p> <p><i>FW 7.1: erläutern Angepasstheit auf der Ebene von Molekülen (Hämoglobin)</i></p>	<p>KK 4: unterscheiden bei der Erläuterung physiologischer Sachverhalte zwischen Stoff- und Teilchenebene</p>
<p><b>Energiestoffwechsel und Mitochondrium</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieumsatz, Kalorimetrie</li> <li>• Bau von Mitochondrien</li> <li>• Zellatmung im Überblick</li> <li>• Grundprinzipien von Stoffwechselwegen (Redox-Reaktionen, Energieumwandlung, ATP/ADP-System, Energieentwertung)</li> </ul>	<p>FW 2.1: erläutern biologische Phänomene mit Hilfe verschiedener Arten von Stofftransport zwischen Kompartimenten (passiver und aktiver Transport)</p> <p><i>FW 8.5: erläutern die Existenz von Zellorganellen mit einer Doppelmembran mithilfe der Endosymbiontentheorie (Mitochondrien)</i></p>	<p>EG 1.3: vergleichen den Bau von Organellen anhand schematischer Darstellungen (Chloroplasten, Mitochondrien).</p>
<p><b>Zellatmung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Glykolyse findet im</li> </ul>	<p>FW 2.1: erläutern biologische Phänomene mit Hilfe verschiedener Arten von Stofftransport zwischen Kompartimenten (passiver und aktiver Transport).</p>	<p>EG 4.2: erläutern biologische Arbeitstechniken (Autoradiografie), werten Befunde aus und deuten sie.</p>

<p>Cytoplasma statt</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>oxidative Decarboxylierung und Citratzyklus</li> <li>Die ATP-Synthese im Mitochondrium</li> <li>Bilanzen der Teilschritte</li> </ul>	<p>FW 2.3: beschreiben, dass Kompartimentierung auf verschiedenen Systemebenen existiert (Organell, Zelle, Organ, Organismus).</p> <p>FW 2.2: erläutern die Funktion der Kompartimentierung</p>	
<p><b>Gärung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Glucoseabbau unter Sauerstoffmangel (alkoholische Gärung, Milchsäuregärung)</li> <li>Pasteur-Effekt</li> </ul>	<p>FW 4.5: erläutern die Bereitstellung von Energie unter Bezug auf die vier Teilschritte der Zellatmung (C-Körper-Schema, <i>energetisches Modell der ATP-Bildung</i>, chemiosmotisches Modell der ATP-Bildung, Stoff- und Energie-Bilanzen)</p>	
<p><b>Regulation energieliefernder Stoffwechselwege</b></p>	<p><i>FW 3.2: erläutern Homöostase als Ergebnis von Regelungsvorgängen, die für Stabilität in physiologischen Systemen sorgen</i></p> <p>FW 3.1: beschreiben kompetitive und allosterische Wirkung bei Enzymen zur Regulation von Stoffwechselwegen (Phosphofruktokinase)</p>	
<p><b>Skelettmuskulatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bau und Funktion</li> <li>Kontraktion</li> </ul>	<p>FW 1.1: erläutern Struktur- und Funktionsbeziehungen auf der Ebene von Molekülen modellhaft (<i>Aktin- und Myosinfilamente bei der Kontraktion von Skelettmuskelfasern</i>)</p>	
<p><b>Training und Doping</b></p>	<p><i>FW 7.3: erläutern Anpasstheit auf der Ebene von Organismen</i></p>	

## 12.2 Ökologie und Fotosynthese

### Ökologie:

Alle Individuen stehen in enger Beziehung zu ihrer Umwelt, wozu alles gehört, was außerhalb des einzelnen Individuums existiert. Traditionell werden ökologische Fragestellungen auf drei Ebenen untersucht und gelehrt. Dabei handelt es sich um die Autökologie (Wechselwirkungen zwischen einer Art und ihrer Umwelt), die Populationsökologie (Zusammensetzung, Dynamik und Wechselwirkung biologischer Populationen untereinander und gegenüber der Umwelt) und die Synökologie (Beziehungen der Lebewesen in einer Lebensgemeinschaft). In der folgenden Unterrichtseinheit sollen Sie sich mit ökologischen Gegebenheiten der drei Teilbereiche auseinandersetzen.

**Hinweis: Das zu behandelnde Ökosystem ist den jeweiligen Hinweisen für das Abitur zu entnehmen.**

Unterrichtseinheit	Inhaltsbezogene Kompetenzen (FW)	Prozessbezogene Kompetenzen (EG, KK, BW)
<b>Ökologie</b>		
<b>Angepasstheit von Lebewesen an biotische und abiotische Faktoren</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Toleranzkurven, stenök, euryök, ökologische Potenz</li> </ul>	FW 3.2: erläutern Homöostase als Ergebnis von Regelungsvorgängen, die für Stabilität in physiologischen Systemen sorgen (Thermoregulierer und Thermokonformer)*.  FW 3.5: vergleichen unter Bezug auf biotische und abiotische Faktoren physiologische und ökologische Potenzen (Toleranzkurven).	EG 1.5: führen Freilanduntersuchungen durch und werten diese aus (ausgewählte abiotische und biotische Faktoren).  [EG 3.3: erklären biologische Phänomene mit Hilfe von Kosten-Nutzen-Analysen (reproduktive Fitness)*.]  KK 6: erörtern komplexe biologische Fragestellungen, deren Lösungen strittig sind (Handlungsoptionen zur Verbesserung der CO <sub>2</sub> -Bilanz).
<b>Genetische und modifikatorische Variabilität</b>	[FW 7.3: erläutern Angepasstheit auf der Ebene von Organismen]  [FW 7.5: erläutern Angepasstheit als Ergebnis von Evolution (ökologische Nische).]	BW 1: bewerten mögliche kurz- und langfristige regionale und/oder globale Folgen eigenen und gesellschaftlichen Handelns auf der Grundlage einer Analyse der Sach- sowie der Werteebene der Problemsituation und entwickeln Handlungsoptionen.
<b>Wechselwirkungen zwischen Lebewesen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nahrungsbeziehungen</li> <li>• Intra- und interspezifische Konkurrenz</li> <li>• Populationsdynamik</li> </ul>	FW 3.3: erläutern Wechselbeziehungen zwischen Organismen (inter- und intraspezifische Konkurrenz, Räuber-Beute, Parasitismus, Symbiose).  FW 3.4: erläutern die Regulation der Populationsdichte (dichteabhängige und dichteunabhängige Faktoren).  FW 3.5: vergleichen unter Bezug auf biotische und abiotische	BW 2: analysieren komplexe Problem- und Entscheidungssituationen im Hinblick auf soziale, räumliche und zeitliche Fallen*.

	<p>Faktoren physiologische und ökologische Potenzen (Toleranzkurven).</p> <p>FW 4.6: stellen energetische und stoffliche Beziehungen zwischen Organismen in einem Ökosystem dar (Nahrungskette und -netz unter Einbezug der Trophieebenen).</p> <p>[FW 7.5: erläutern Angepasstheit als Ergebnis von Evolution (ökologische Nische).]</p>	<p>BW 3: bewerten Maßnahmen zum Schutz der Biodiversität aus verschiedenen Perspektiven (Nachhaltigkeit).</p>
<p>Veränderungen von Ökosystemen, terrestrisch oder aquatisch</p>	<p>FW 2.3: beschreiben, dass Kompartimentierung auf verschiedenen Systemebenen existiert (Ökosystem).</p> <p>FW 4.6: stellen energetische und stoffliche Beziehungen zwischen Organismen in einem Ökosystem dar (Nahrungskette und -netz unter Einbezug der Trophieebenen).</p> <p>FW 4.7: erläutern Stoffkreisläufe auf der Ebene von Ökosystemen und der Biosphäre (Kohlenstoffkreislauf, Stickstoffkreislauf*).</p> <p>FW 7.7: beschreiben, dass Biodiversität auf verschiedenen Systemebenen existiert (Artenvielfalt, Ökosystemvielfalt).</p>	
<p>Naturschutz und Landschaftspflege Ökologische Bewertung von Landschaftsbestandteilen, Arten- und Biotopschutz</p>		

## Fotosynthese:

Lebewesen sind aufgrund der permanenten Energieabgabe darauf angewiesen, diese durch ständige Energiezufuhr auszugleichen. Letztlich sind fast alle Lebewesen dieser Erde auf die Zufuhr von Lichtenergie und auf die Fotosynthese angewiesen. Durch diesen Prozess sind Pflanzen in der Lage, ihre eigenen energiereichen Nährstoffe herzustellen. Die dabei chemisch gebundene Energie wird über Nahrungsketten und Nahrungsnetze auch auf tierische Organismen übertragen. Die aufbauenden und abbauenden Stoffwechselfvorgänge sind auf den verschiedenen Organisationsebenen über Stoffe sowie Energie- und Reduktionsäquivalente verknüpft. Stoffwechselwege werden als schematische Redox-Reaktionen betrachtet. Während des Stoffwechsels finden Speicherung, Transport und Umwandlung von Stoffen statt. Letztendlich wird die aufgenommene Energie als Wärme entwertet. Die wichtigsten Moleküle der Stoffwechselwege werden dabei in der Regel im C-Körper-Schema dargestellt. Dies bedeutet, dass zwar keine Strukturformeln gezeichnet werden, wohl aber die Anzahl der Kohlenstoffatome und die Namen der Ausgangsstoffe und Produkte sowie der an den energetisch relevanten Schritten beteiligten Zwischenprodukte, Reduktions- und Energieäquivalente angegeben werden müssen.

Unterrichtseinheit	Inhaltsbezogene Kompetenzen (FW)	Prozessbezogene Kompetenzen (EG, KK, BW)
<b>Fotosynthese</b>		
Bau von Chloroplasten	FW 1.2: erläutern Struktur-funktionsbeziehungen auf der Ebene von Organellen (Chloroplasten, Mitochondrien).  FW 2.3: beschreiben, dass Kompartimentierung auf verschiedenen Systemebenen existiert (Organell, Zelle, Organ, Organismus).	EG 1.3: vergleichen den Bau von Organellen anhand schematischer Darstellungen (Chloroplasten, Mitochondrien).
Sonnen- und Schattenblatt (Aufbau eines bifazialen Laubblattes mit mikroskopischer Übung)	FW 1.3: erläutern Struktur- Funktionsbeziehungen auf der Ebene von Organen (Sonnen- und Schattenblatt, Transpiration beim Blatt).  FW 2.3: beschreiben, dass Kompartimentierung auf verschiedenen Systemebenen existiert (Organell, Zelle, Organ, Organismus).  [FW 7.2: erläutern Angepasstheit auf der Ebene von Organen (xeromorphes Blatt).]	EG 1.2: mikroskopieren und skizzieren biologische Präparate (bifaziales Laubblatt).
Abhängigkeit der Fotosynthese von Außenfaktoren	FW 4.2: erläutern die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie in der Fotosynthese (Abhängigkeit von Außenfaktoren, Funktion der Fotosynthesepigmente, Absorptions- und Wirkungsspektrum, Primärreaktionen, energetisches Modell der ATP-Bildung*, chemiosmotisches Modell der ATP-Bildung, Sekundärreaktionen: Fixierungs- und	EG 1.2: mikroskopieren und skizzieren biologische Präparate (bifaziales Laubblatt).

	<p>Reduktionsphase im C-Körper-Schema, Regenerationsphase nur summarisch).</p> <p>FW 4.4: erläutern die Abhängigkeit der Enzymaktivität von unterschiedlichen Faktoren (Temperatur).</p>	
Fotosynthesepigmente und chromatographische Trennverfahren	<p>FW 4.2: erläutern die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie in der Fotosynthese (Abhängigkeit von Außenfaktoren, Funktion der Fotosynthesepigmente, Absorptions- und Wirkungsspektrum, Primärreaktionen, energetisches Modell der ATP-Bildung*, chemiosmotisches Modell der ATP-Bildung, Sekundärreaktionen: Fixierungs- und Reduktionsphase im C-Körper-Schema, Regenerationsphase nur summarisch).</p>	<p>EG 1.4: führen eine Dünnschichtchromatografie durch und werten das Chromatogramm aus (Blattpigmente).</p>
Grundprinzipien von Stoffwechselwegen (Redox-Reaktionen, Energieumwandlung, ATP/ADP-System, Energieentwertung)	<p>FW 2.1: erläutern biologische Phänomene mit Hilfe verschiedener Arten von Stofftransport zwischen Kompartimenten (passiver und aktiver Transport).</p> <p>FW 4.2: erläutern die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie in der Fotosynthese (Abhängigkeit von Außenfaktoren, Funktion der Fotosynthesepigmente, Absorptions- und Wirkungsspektrum, Primärreaktionen, energetisches Modell der ATP-Bildung*, chemiosmotisches Modell der ATP-Bildung, Sekundärreaktionen: Fixierungs- und Reduktionsphase im C-Körper-Schema, Regenerationsphase nur summarisch).</p>	
Primär- und Sekundärreaktionen in der Fotosynthese, C3- C4- und CAM-Pflanzen	<p>FW 4.1: erläutern Grundprinzipien von Stoffwechselwegen (Redoxreaktionen, Energieumwandlung, Energieentwertung, ATP/ADP-System, Reduktionsäquivalente).</p> <p>FW 4.2: erläutern die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie in der Fotosynthese (Abhängigkeit von Außenfaktoren, Funktion der Fotosynthesepigmente, Absorptions- und Wirkungsspektrum, Primärreaktionen, energetisches Modell der ATP-Bildung*, chemiosmotisches Modell der ATP-Bildung, Sekundärreaktionen: Fixierungs- und</p>	<p>EG 4.2: erläutern biologische Arbeitstechniken (Autoradiografie), werten Befunde aus und deuten sie.</p> <p>KK4: unterscheiden bei der Erläuterung physiologischer Sachverhalte zwischen Stoff- und Teilchenebene.</p>



	<p>Reduktionsphase im C-Körper-Schema, Regenerationsphase nur summarisch).</p> <p>FW 7.3: erläutern Anpasstheit auf der Ebene von Organismen (CAM-Pflanzen: ökologische und stoffwechselbiologische Aspekte)*.</p>	
<p>Übertragung von extrazellulären in intrazelluläre Signale (Signaltransduktion: Fototransd.) Stofftransport zwischen Kompartimenten (passiver und aktiver Transport)</p>	<p>FW 2.1: erläutern biologische Phänomene mit Hilfe verschiedener Arten von Stofftransport zwischen Kompartimenten (passiver und aktiver Transport).</p> <p>FW 2.2: erläutern die Funktion der Kompartimentierung (chemiosmotisches Modell der ATP- Bildung).</p>	
<p>Chemiosmotische ATP-Bildung</p>	<p>FW 2.2: erläutern die Funktion der Kompartimentierung (chemiosmotisches Modell der ATP- Bildung).</p> <p>FW 4.1: erläutern Grundprinzipien von Stoffwechselwegen (Redoxreaktionen, Energieumwandlung, Energieentwertung, ATP/ADP-System, Reduktionsäquivalente).</p> <p>FW 4.2: erläutern die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie in der Fotosynthese (Abhängigkeit von Außenfaktoren, Funktion der Fotosynthesepigmente, Absorptions- und Wirkungsspektrum, Primärreaktionen, energetisches Modell der ATP-Bildung*, chemiosmotisches Modell der ATP-Bildung, Sekundärreaktionen: Fixierungs- und Reduktionsphase im C-Körper-Schema, Regenerationsphase nur summarisch).</p>	