

## SC Biologie Q-Phase Lichtenberg-Gymnasium, Amandus-Abendroth-Gymnasium

### Legende:

- farbig markierte Kompetenzen sollen miteinander verknüpft werden
- mit \* gekennzeichnet und *kursiv geschrieben*: Kompetenzen auf e.A.

## Semester 1: Zellatmung und Fotosynthese

Inhaltsbereich und Sachkompetenz: Umsetzungshinweise	Zugeordnete KC-Kompetenzen:	Optionales und Hinweise, wichtige Basiskonzepte:
<p><u>1.1 Energienutzung ermöglicht die Aufrechterhaltung von Lebensprozessen.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physikalischer Hintergrund: <b>Energie und Energieumwandlungen</b>, Energieentwertung</li> <li>• Energieübertragung durch ATP/ADP</li> </ul>	<p><b>Sachkompetenz:</b> ... erläutern Energieübertragung auf molekularer Ebene durch das ATP/ADP-System.</p> <p><b>Kommunikationskompetenz:</b> ... nutzen eine geeignete Darstellungsform für das Prinzip der energetischen Kopplung.</p> <p><b>Sachkompetenz:</b> ... erläutern die Abgabe von Wärme bei der Nutzung von Energie als Energieentwertung.</p> <p><b>Kommunikationskompetenz:</b> ... unterscheiden bei der Thermogenese zwischen kausalen und funktionalen Erklärungen.</p>	<p>Struktur und Funktion</p> <p>Stoff- und Energieumwandlung</p> <p>Steuerung und Regelung</p>
<p><u>1.2 Die Oxidation von Nährstoffen stellt Energie in Zellen bereit.</u></p> <p><b>Chemische Grundlagen des Stoffwechsels:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Redoxreaktion</b> und Experiment zur modellhaften Veranschaulichung von Redoxreaktionen</li> <li>• <b>Reduktionsäquivalente</b></li> </ul> <p><b>Zellatmung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Aufbau von Mitochondrien</b> (Kompartimentierung und Oberflächenvergrößerung)</li> <li>• <b>Zellatmung im Überblick</b> und Lokalisation der Teilschritte (C-Körper-Schema)</li> <li>• <b>Vier Teilschritte der Zellatmung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Glykolyse</li> <li>○ Oxidative Decarboxylierung</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Sachkompetenz:</b> ... beschreiben Redoxreaktionen als Elektronenübertragungen.</p> <p><b>Erkenntnisgewinnungskompetenz:</b> ... führen ein Experiment zur modellhaften Veranschaulichung von Redoxreaktionen bei Stoffwechselreaktionen durch.</p> <p><b>Sachkompetenz:</b> ... erläutern die Bildung von CO<sub>2</sub>, ATP sowie NADH + H<sup>+</sup> und FADH<sub>2</sub> beim oxidativen Abbau von Glucose.</p> <p><b>Erkenntnisgewinnungskompetenz:</b> ... werten Befunde zur Wirkung der Phosphofruktokinase im Hinblick auf das Prinzip der Rückkopplung aus.</p> <p><b>Kommunikationskompetenz:</b> ... stellen die Stoff- und Energiebilanz der vier Teilschritte der Zellatmung strukturiert dar.</p>	<p>Struktur und Funktion</p> <p>Stoff- und Energieumwandlung</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Citratzyklus</li> <li>○ Chemiosmotisches Modell: Atmungskette und ATP-Bildung (oxidative Phosphorylierung) + <b>Modellkritik</b></li> <li>● <b>Stoff- und Energiebilanz der Zellatmung</b></li> </ul> <p><b>Regulation der Zellatmung (Homöostase):</b> Prinzip der Rückkopplung anhand der Phosphofruktokinase</p>	<p><b>Sachkompetenz:</b> ... erläutern die Synthese von ATP anhand des chemiosmotischen Modells sowie die Bildung von Wasser bei der Atmungskette.</p> <p><b>Erkenntnisgewinnungskompetenz:</b> ... *diskutieren Möglichkeiten und Grenzen des energetischen Modells der Atmungskette.</p> <p><b>Kommunikationskompetenz:</b> ... skizzieren die Struktur des Mitochondriums unter Berücksichtigung von Kompartimentierung und Oberflächenvergrößerung.</p>	
<p><u>1.3 *Gärung stellt Energie unter anaeroben Bedingungen bereit.</u></p> <p><b>anaerober Glucoseabbau</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Kontextualisierung: Regeneration des NAD<sup>+</sup> bei der Gärung (Angepasstheit)</li> <li>● <b>Milchsäuregärung</b></li> <li>● <b>Alkoholische Gärung</b></li> </ul>	<p><b>Sachkompetenz:</b> ... *erläutern die ATP-Synthese beim Glucoseabbau unter anaeroben Bedingungen bei Milchsäuregärung und alkoholischer Gärung. ... *erläutern die Abhängigkeit der Gärung von Temperatur und Substratkonzentration auf Enzymebene.</p> <p><b>Erkenntnisgewinnungskompetenz:</b> ... *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.</p> <p><b>Kommunikationskompetenz:</b> ... *erklären die Regeneration des NAD<sup>+</sup> bei der Gärung als Anpasstheit an anaerobe Bedingungen funktional.</p>	<p>*e.A: Beispiele für das Experiment: Abhängigkeit der Gärung von der Temperatur und der Substratkonzentration</p>

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

- Ausschnitt der Organisationsebenen des Lebens am Bsp. von Pflanzen (Organismus, Organe, Gewebe, Zellen, Organellen)
- Aufbau von **Chloroplasten** und Kompartimentierung

#### **Physikalische und biologische Grundlagen der Fotosynthese**

- physikalische Grundlagen der Photosynthese: **Licht/Wellenlängen/ Lichtintensität/ Absorption/ Reflexion**
- Aufbau von **Fotosystemen** und **Absorptionsspektren** unterschiedlicher Fotosynthesepigmente (*\*energetische Anregung der Elektronen in Lichtsammelkomplexen*)
- Durchführung und Auswertung DC mit Fotosynthesepigmenten
- Vergleich und Zusammenhang zwischen **Absorptions- und Wirkungsspektrum**

#### **Reaktionen der Fotosynthese**

- Zweiteilung in **Primär- und Sekundärreaktion** mit Rückbezug zum Aufbau der Chloroplasten
- **Primärreaktionen (chemiosmotisches Modell)**
- *\*energetisches Modell + Experiment zum Redoxpotenzial*
- **Sekundärreaktionen**
- **Schematische** Zusammenführung der **Primär- und Sekundärreaktionen (stofflich und energetisch)**

#### **Sachkompetenz:**

... beschreiben die Absorption von Licht verschiedener Wellenlängen durch Blattpigmente.

#### **Erkenntnisgewinnungskompetenz:**

... führen eine Dünnschichtchromatografie zur Trennung von Fotosynthesepigmenten durch und werten das Chromatogramm aus.

#### **Kommunikationskompetenz:**

... leiten das Wirkungsspektrum aus den Absorptionsspektren verschiedener Pigmente ab.

#### **Sachkompetenz:**

... erläutern die ATP-Synthese der Primärreaktionen der Fotosynthese anhand des chemiosmotischen Modells.

#### **Kommunikationskompetenz:**

... skizzieren die Struktur eines Chloroplasten unter Berücksichtigung der Kompartimentierung.

#### **Sachkompetenz:**

... \*beschreiben energetische Anregung der Elektronen in Lichtsammelkomplexen von Fotosystemen.

#### **Erkenntnisgewinnungskompetenz:**

... \*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.

#### **Kommunikationskompetenz:**

... \*stellen das energetische Modell der Primärreaktionen schematisch dar.

#### **Sachkompetenz:**

... erläutern Fixierungs-, Reduktions- und Regenerationsphase als Teilschritte der Sekundärreaktionen.

#### **Erkenntnisgewinnungskompetenz:**

... \*leiten anhand vorliegender Daten aus einer Tracer-Untersuchung Teilschritte von Stoffwechselwegen ab.

Einstieg in die Fotosynthese ggf. über den Nutzen der Fotosynthese oder auch eine Weltkarte mit der Chlorophyllkonzentration auf der Erde.

Struktur und Funktion

Stoff- und Energieumwandlung

<p><b>Abhängigkeit der Fotosynthese von Außenfaktoren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Abhängigkeit</b> der Fotosyntheserate von der <b>Lichtintensität, Temperatur und Kohlenstoffdioxidkonzentration</b></li> <li>• naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg anhand <b>eines ausgewählten abiotischen Faktors</b> inkl. Eigenständige Planung und Auswertung eines Experimentes zur Abhängigkeit der Fotosyntheserate + Präsentation</li> </ul>	<p><b>Kommunikationskompetenz:</b>  ... stellen den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärreaktionen auf stofflicher und energetischer Ebene schematisch dar.</p> <p><b>Sachkompetenz:</b>  ... erläutern die Abhängigkeiten der Fotosyntheserate von Lichtintensität, Temperatur und Kohlenstoffdioxidkonzentration.</p> <p><b>Erkenntnisgewinnungskompetenz:</b>  ... 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.</p> <p><b>Kommunikationskompetenz:</b>  ... präsentieren ihre Lern- und Arbeitsergebnisse sachgerecht.</p>	<p>Steuerung und Regelung</p>
<p><u>1.5 Laubblätter grüner Pflanzen zeigen spezifische strukturelle und funktionale Anpassungen.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau <b>bifaziales Laubblatt</b> (Theorie und Mikroskopie)</li> <li>• Vergleich <b>Sonnen- und Schattenblatt</b></li> <li>• StruFU: <b>Mesophyten und Xerophyten:</b> exemplarische Artbeispiele</li> <li>• <i>*Vergleich der Fotosyntheseraten von C3- und C4-Pflanzen</i></li> </ul>	<p><b>Sachkompetenz:</b>  ... beschreiben die Struktur eines bifazialen Laubblatts.</p> <p><b>Erkenntnisgewinnungskompetenz:</b>  ... mikroskopieren und zeichnen den selbstständig angefertigten Blattquerschnitt eines bifazialen Laubblatts.</p> <p><b>Kommunikationskompetenz:</b>  ... erklären Modifikationen bei Sonnen- und Schattenblättern funktional.</p> <p><b>Sachkompetenz:</b>  ... erläutern Struktur-Funktionsbeziehungen bei meso- und xerophytischen Laubblättern.</p> <p><b>Erkenntnisgewinnungskompetenz:</b>  ... <i>*werten Daten zu unterschiedlichen Fotosyntheseraten in C3- und C4-Pflanzen im Hinblick auf Anpassungen aus.</i></p>	<p>Struktur und Funktion</p> <p>Stoff- und Energieumwandlung</p> <p>SDG 15: Leben an Land  SDG 14: Leben unter Wasser</p>

## Semester 2: Ökologie und Genetik

Inhaltsbereich und Sachkompetenz: Umsetzungshinweise	Zugeordnete KC-Kompetenzen:	Optionales und Hinweise, wichtige Basiskonzepte:
<p><u>3.1 Wechselbeziehungen zwischen Organismen und Lebensraum bilden Ökosysteme. Biodiversität dient der Beschreibung des Zustands von Ökosystemen.</u></p> <p><b>Grundlagen der Ökologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ökosystem, Biotop, Biozönose, biotische und abiotische Faktoren</b></li> <li>• <b>Freilanduntersuchung</b> im Beispielökosystem mit qualitativer und quantitativer Erfassung von Daten + Interpretation der Daten bzgl. der Biodiversität.</li> <li>• Vergleich <b>physiologische und ökologische Potenz</b></li> <li>• Eigenständiges Planen eines Experiments zur <b>Toleranz von Organismen</b> (z.B. Temperaturorgel) + Präsentation der Ergebnisse</li> </ul> <p><b>Biotische Faktoren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>ökologische Nische</b> (eigenständige Darstellung anhand einer Beispielart im ausgewählten Ökosystem)</li> <li>• <b>inter- und intraspezifische Konkurrenz</b> (speziell: Auswertung von Ökogrammen hinsichtlich der interspezifischen Konkurrenz)</li> <li>• <b>Räuber-Beute-Beziehung</b></li> <li>• <b>Parasitismus</b></li> <li>• <b>Symbiose</b></li> </ul>	<p><b>Sachkompetenz:</b>  ... erläutern das Ökosystem als Beziehungsgefüge zwischen Biotop und Biozönose unter Einbeziehung der spezifischen biotischen und abiotischen Faktoren.</p> <p><b>Erkenntnisgewinnungskompetenz:</b>  ... wenden labor- und freilandbiologische Geräte und Techniken zur qualitativen und quantitativen Erfassung von Arten in einem Areal sachgerecht an.</p> <p><b>Kommunikationskompetenz:</b>  ... interpretieren die Ergebnisse freilandbiologischer Untersuchungen und leiten Aussagen zur Biodiversität ab.</p> <p><b>Sachkompetenz:</b>  ... vergleichen unter Bezug auf biotische und abiotische Faktoren physiologische und ökologische Potenz.</p> <p><b>Erkenntnisgewinnungskompetenz:</b>  ... 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.</p> <p><b>Kommunikationskompetenz:</b>  ... präsentieren die erhobenen Daten zur Toleranz von Organismen gegenüber einem abiotischen Faktor mithilfe einer geeigneten Darstellungsform.</p>	<p>Auswahl eines Ökosystems (In Cuxhaven bieten sich insb. Moor, Watt oder Wald an)</p> <p>Einstieg beispielsweise: Begrifflichkeiten Ökologie, danach bspw. Hinterfragen des Projekts Biosphäre 2.</p> <p>SDG 15: Leben an Land  SDG 14: Leben unter Wasser</p>

	<p><b>Sachkompetenz:</b>  ... erläutern inter- und intraspezifische Konkurrenz, Räuber-Beute-Beziehung, Parasitismus und Symbiose als Wechselbeziehungen zwischen Organismen an konkreten Beispielen.</p> <p><b>Erkenntnisgewinnungskompetenz:</b>  ... werten Ökogramme im Hinblick auf interspezifische Konkurrenz aus.</p> <p><b>Kommunikationskompetenz:</b>  ... stellen die ökologische Nische als Beziehungsgefüge zwischen einer Art und ihrer Umwelt mithilfe einer geeigneten Darstellungsform dar.</p>	
<p><u>3.2 *Die Rückwirkungen zwischen Individuenanzahl und Umweltbedingungen regulieren das Populationswachstum in Ökosystemen.</u></p> <p>Inhalte (siehe Kompetenzen rechts: eindeutig)</p>	<p><b>Sachkompetenz:</b>  ... *erläutern exponentielle und logistische Entwicklungen von Populationen vor dem Hintergrund von Regulation in Ökosystemen.</p> <p><b>Kommunikationskompetenz:</b>  ... *erklären r- und K-Fortpflanzungsstrategien funktional.</p>	
<p><u>3.3 Die Wechselwirkungen in Ökosystemen lassen sich mithilfe von Stoff- und Energieflüssen beschreiben.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nahrungsnetze, Energiefluss und Biomassetransfer im ausgewählten Ökosystem</li> <li>• <b>Exemplarische Datenanalyse zu einer hormonartig wirkenden Substanz</b> (z.B. Organozinn-Verbindungen aus Anti-Fouling-Anstrichen für Schiffe, BPA?)</li> <li>• exemplarisch für einen Stofffluss: <b>Kohlenstoffkreislauf</b></li> <li>• <b>anthropogener Treibhauseffekt + Auswirkungen</b> auf den Stofffluss in einer Nahrungskette im ausgewählten Ökosystem</li> <li>• <b>*ökologischer Fußabdruck</b> + Abwägen von Kaufentscheidungen und Lebensgewohnheiten (Wohnen,</li> </ul>	<p><b>Sachkompetenz:</b>  ... erläutern Biomassetransfer und Energienutzung in Nahrungsketten und -netzen.</p> <p><b>Kommunikationskompetenz:</b>  ... *wählen Daten zu einer hormonartig wirkenden Substanz in einer Nahrungskette aus und erschließen dazu Informationen aus Quellen mit verschiedenen, auch komplexen Darstellungsformen.</p> <p><b>Sachkompetenz:</b>  ... erläutern Stoffflüsse in Ökosystemen der Biosphäre anhand des Kohlenstoffkreislaufs</p> <p><b>Kommunikationskompetenz:</b></p>	<p>Link zu hormonell wirkenden Substanzen im Wasser [BUND 2007]: <a href="https://www.bund-naturschutz.de/fileadmin/migrated/content/uploads/Hormonaktive_Substanzen_im_Wasser.pdf">https://www.bund-naturschutz.de/fileadmin/migrated/content/uploads/Hormonaktive Substanzen im Wasser.pdf</a></p> <p>Stoff- und Energieumwandlung</p> <p>Steuerung und Regelung</p> <p>SDG 12: Nachhaltiger Konsum und Produktion</p>

<p>Mobilität, Ernährung, Reisen etc.) (siehe Hinweise) zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen</p> <p><b>Chemosynthese</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stickstoffkreislauf auf molekularer Ebene</li> </ul> <p>Hinweis: Mit <b>Chemosynthese</b> gemeint ist: chemolithotropher Stoffwechsel (Energiegewinn aus Oxidation anorganischer Substanzen)</p>	<p>... diskutieren evidenzbasiert zu den Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffekts auf den Stofffluss in einer Nahrungskette</p> <p><b>Bewertungskompetenz:</b></p> <p>... *entwickeln auf Basis des ökologischen Fußabdrucks Handlungsoptionen in alltagsrelevanten Entscheidungssituationen zur Kohlenstoffdioxidbilanz und wägen sie ab.</p> <p><b>Sachkompetenz:</b></p> <p>... *erläutern mikrobielle Stickstoff-Fixierung, Nitrifikation, Denitrifikation und Ammonifikation durch Mikroorganismen als <u>Chemosynthese [vgl. Hinweis links]</u>.</p> <p><b>Kommunikationskompetenz:</b></p> <p>... *stellen einen Stickstoffkreislauf auf molekularer Ebene unter Berücksichtigung von Produzenten, Konsumenten und Destruenten schematisch dar.</p>	<p>SDG 13: Maßnahmen zum Klimaschutz</p> <p>Das Konzept des ökologischen Fußabdrucks sollte auch kritisch hinterfragt werden (Verantwortung des Einzelnen mit teils eingeschränktem Handlungsrahmen → politische/ gesellschaftliche Verantwortung)</p>
<p><u>3.4 Die anthropogene Nutzung verändert die Stabilität von Ökosystemen. Eine nachhaltige Nutzung von Ressourcen kann unter Berücksichtigung der Regenerationsfähigkeit von Ökosystemen erreicht werden.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Prinzip der Nachhaltigkeit</b> (Ökologie, Ökonomie, Soziales + Erhalt von Ressourcen/, intakter Lebensgrundlage für nachfolgende Generationen, vgl. Nachhaltigkeitsdreieck)</li> <li>• <b>Nachhaltige Nutzung von Ressourcen</b> (z.B. Forstwirtschaft, etc.)</li> <li>• <b>Bewertung einer Erhaltungs- und Renaturierungsmaßnahme</b> anhand der Nachhaltigkeitskriterien</li> </ul>	<p><b>Sachkompetenz:</b></p> <p>... erläutern die Nutzung von Ressourcen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung unter Berücksichtigung von Biodiversität.</p> <p><b>Bewertungskompetenz:</b></p> <p>... 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.</p>	<p>SDG 13: Maßnahmen zum Klimaschutz</p>

<p><u>2.1 Durch spezifische Basenabfolgen in der DNA werden Informationen für die Struktur von Proteinen gespeichert und über die Proteinbiosynthese exprimiert.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Der Zellkern (kurze Wiederholung)</b></li> <li>• <b>Der Zellzyklus (allgemein)</b></li> <li>• <b>Struktur und Eigenschaften der DNA: Avery und Griffith</b></li> <li>• <b>Molekulare Struktur der DNA und komplementäre Basenpaarung, Chargaff-Regel</b></li> <li>• <b>DNA-Replikation</b></li> <li>• <b>Experiment von Meselson und Stahl</b></li> <li>• <b>Transkription</b></li> <li>• <b>Genetischer Code, Codesonne</b></li> <li>• <b>Translation</b></li> <li>• <b>Alternatives Spleißen und Proteinviefalt</b></li> </ul>	<p><b>Sachkompetenz:</b>  ...beschreiben die molekulare Struktur der DNA und erläutern die komplementäre Basenpaarung durch Wasserstoffbrücken.</p> <p><b>Erkenntnisgewinnungskompetenz:</b>  ... leiten aus Daten die Vervielfältigung von genetisch gespeicherter Information durch semikonservative Replikation ab.</p> <p><b>Sachkompetenz:</b>  ... erläutern Transkription und Translation als Realisierung von genetisch gespeicherten Informationen.</p> <p><b>Kommunikationskompetenz:</b>  ... erläutern Proteinviefalt durch alternatives Spleißen in der eukaryotischen Proteinbiosynthese funktional.</p>	<p>Weitere mögliche Wiederholung zum Zellkern:  Mitose, Meiose, Xenopus-Experiment oder Schirmalgen aus Jahrgang 10</p> <p>Experiment mit radioaktiv markierten Phagen (Hershey und Chase)</p> <p>Es bietet sich ein Exkurs zum Thema Kohlenhydrate an.</p> <p>Steuerung und Regelung</p> <p>Information und Kommunikation</p>
<p><u>2.2 Die Steuerung der Genexpression für zur Bildung spezifischer Proteine.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Regulation der Genexpression bei Eukaryoten: Transkriptionsfaktoren, RNA-Prozessierung, RNA-Interferenz, Methylierung, Interferenz</b></li> </ul> <p><u>2.3 Mutationen in den Basensequenzen der DNA können zu hereditären Erkrankungen führen.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mutationen (Punktmutation, Leserastermutation), Mutationsebenen und Auswirkungen</b></li> </ul>	<p><b>Sachkompetenz:</b>  ... erläutern die Steuerung der Genexpression durch Hormone an Transkriptionsfaktoren.  ... *erläutern RNA-Interferenz als Mechanismus zur Hemmung der Genexpression.</p> <p><b>Erkenntnisgewinnungskompetenz:</b>  ... leiten aus umweltbedingten Methylierungsmustern der DNA ab, dass Genexpression über Methylierung gesteuert wird.</p> <p><b>Kommunikationskompetenz:</b>  ...*erklären Genexpression durch Histonmodifikation proximat.</p> <p><b>Sachkompetenz:</b>  ...erläutern Genmutationen und ihre Auswirkungen auf Zell-, Organ- und Organismus-Ebene.</p>	<p>Es empfiehlt sich ein Überblick über die Mechanismen beginnend vom Chromatin (Eu- und Heterochromatin) und Methylierung, über die Transkriptionsregulation, RNA-Prozessierung, Interferenz, posttranslationale Modifikation.</p>

## Semester 3: Genetik und Evolution

<p><u>...2.3 Gentechnische Verfahren werden zur Diagnose und Behandlung genetisch bedingter Erkrankungen genutzt.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Wiederholung und Erweiterung Erbgänge (autosomal dominant/rezessiv, intermediär, x-/y-chromosomal)</b></li> <li>• <b>Familienstammbäume</b></li> <li>• <b>Gentherapeutische Verfahren</b></li> <li>• <b>Bewertung von Gentests</b></li> </ul>	<p><b>Sachkompetenz:</b>  <i>... beschreiben ein gentherapeutisches Verfahren zum Austausch von DNA-Sequenzen.</i></p> <p><b>Kommunikationskompetenz:</b>  <i>... leiten aus Familienstammbäumen die Wahrscheinlichkeit des Auftretens hereditärer Erkrankungen ab.</i></p> <p><b>Bewertungskompetenz:</b>  <i>...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></p>	<p>Es empfiehlt sich eine Einführung in die Gentechnik (rot, grün, weiß, grau) vor der Behandlung des gentherapeutischen Verfahrens.</p> <p>Anwendungsbeispiele: Insulinherstellung, CRISP/Cas9</p> <p>SDG 3: Gesundheit und Wohlergehen  SDG 5: Geschlechtergleichheit</p> <p>Steuerung und Regelung</p>
<p><u>2.4 *Der fehlgesteuerte Zellzyklus kann zur Bildung von Krebszellen führen.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Wiederholung Zellzyklus</b></li> <li>• <b>Regulation des Zellzyklus und Krebsentstehung</b></li> <li>• <b>Genetisch modifizierte Onkogene und Anti-Onkogene</b></li> <li>• <b>Personalisierte Krebsmedizin (Recherche)</b></li> </ul>	<p><b>Sachkompetenz:</b>  <i>...*beschreiben die Entstehung von Krebs als unkontrollierte Teilungen und Wachstum von Zellen.</i></p> <p><b>Erkenntnisgewinnungskompetenz:</b>  <i>...*werten Forschungsbefunde zur Beeinflussung des Zellzyklus durch mutierte oder epigenetisch modifizierte Onkogene und Anti-Onkogene beziehungsweise ihrer Genprodukte aus.</i></p> <p><b>Kommunikationskompetenz:</b>  <i>...* recherchieren zu einem Verfahren der personalisierten Krebsmedizin und wählen passende Quellen aus.</i></p>	<p>Steuerung und Regelung</p> <p>SDG 3: Gesundheit und Wohlergehen</p>

<p><u>Methoden:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Wiederholung DNA-Replikation</b></li> <li>• <b>PCR</b></li> <li>• <b>Gelelektrophorese</b></li> </ul>	<p><b>Sachkompetenz:</b>  ... erläutern die molekularen Vorgänge bei PCR und Gelelektrophorese.</p>	
---	---	--

<p><u>2.5 Abgestufte Ähnlichkeiten von Organismen dienen als Belege für die Rekonstruktion der gemeinsamen Abstammung.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Grundlagen zur Erstellung von Stammbäumen (AS-Vergleich, Vergleich von DNA-Sequenzen)</b></li> <li>• <b>Stammbäume lesen und analysieren</b></li> <li>• <b>Stammbäume anhand von Merkmalen aufstellen</b></li> <li>• <b>Homologie, Analogie</b></li> </ul>	<p><b>Erkenntnisgewinnungskompetenz:</b>  ... deuten Aminosäure- und DNA-Sequenzen als molekularbiologische Homologien für phylogenetische Verwandtschaft.</p> <p><b>Kommunikationskompetenz:</b>  ... erstellen und interpretieren Stammbäume auf der Grundlage von ursprünglichen und abgeleiteten Merkmalen zur Darstellung von phylogenetischer Verwandtschaft.</p>	<p>Methoden PCR und Gelelektrophorese wiederholen ist hier sinnvoll.</p> <p>Kann auch gegen 2.6 getauscht werden.</p>
<p><u>2.6 Genetische Variabilität innerhalb von Populationen ändert sich von Generation zu Generation. Evolution führt über die Bildung neuer Arten zu Biodiversität.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Evolutionstheorien (Lamarck, Darwin, Synthetische Theorie) und Evolutionsfaktoren</b></li> <li>• <b>Simulation</b></li> <li>• <b>Artbegriffe</b></li> <li>• <b>Artbildung (sympatrisch, allopatrisch)</b></li> <li>• <b>Adaptive Radiation</b></li> <li>• <b>Koevolution</b></li> </ul>	<p><b>Sachkompetenz:</b>  ... erläutern das Zusammenwirken von Rekombination, Mutation, genetischer Variabilität und phänotypischer Variation, reproduktive Fitness, Isolation und Drift bei Selektion und Artbildung.  ... beschreiben den populationsgenetischen Artbegriff.</p> <p><b>Erkenntnisgewinnungskompetenz:</b>  ... simulieren evolutive Prozesse und diskutieren Möglichkeiten und Grenzen des Modells.</p> <p><b>Kommunikationskompetenz:</b>  ... grenzen die synthetische Evolutionstheorie von nichtwissenschaftlichen Vorstellungen ab.  ... erklären Koevolution ultimat und vermeiden dabei finale Begründungen.</p>	<p>Abgrenzung Mutation Modifikation.</p> <p>Individuelle und evolutive Entwicklung</p> <p>Am besten Evolutionsfaktoren zunächst im Überblick und dann der Reihe nach im Detail durcharbeiten.</p>

<p><u>2.7 Das Verhalten eines Individuums beeinflusst seine Überlebenswahrscheinlichkeit und reproduktive Fitness.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Natürliche und sexuelle Selektion</b></li> <li>• <b>Kosten-Nutzen-Analyse bei der sexuellen Selektion</b></li> <li>• <b>Proximate und ultimate Erklärungen</b></li> <li>• <b>Sozialverhalten von Primaten: geschlechtsspezifische Verhaltensweisen und Paarungssysteme</b></li> </ul> <p><b>Hinweis zum Operator</b> „dokumentieren“: gemeint ist der Operator „protokollieren“ im Sinne der Operatorenliste: „Beobachtungen oder die Durchführung von Experimenten zeichnerisch bzw. fachsprachlich richtig wiedergeben.“</p>	<p><b>Sachkompetenz:</b>  ... analysieren Kosten und Nutzen von Verhaltensweisen hinsichtlich ihrer Konsequenzen für die reproduktive Fitness.</p> <p><b>Kommunikationskompetenz:</b>  ... *erklären Verhaltensweisen aus ultimer und proximaler Sicht und vermeiden finale Aussagen.</p> <p><b>Sachkompetenz:</b>  ... *erläutern exogene und endogene Ursachen für das Sozialverhalten von Primaten.</p> <p><b>Erkenntnisgewinnungskompetenz:</b>  ... *beobachten und <b>dokumentieren</b> [vgl. Hinweis links] geschlechtsspezifische Verhaltensweisen von Primaten und leiten deren adaptiven Wert ab.</p> <p><b>Kommunikationskompetenz:</b>  ... *erklären Maximierung der reproduktiven Fitness anhand von Paarungssystemen bei Primaten funktional.</p>	<p>Individuelle und evolutive Entwicklung</p>
<p><u>2.8 *Biologische und kulturelle Evolution führten zum Auftreten des rezenten Menschen.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Stammbaum der Primaten</b></li> <li>• <b>Vergleich Mensch-Schimpanse</b></li> <li>• <b>Stammesgeschichte des Menschen im Überblick</b></li> <li>• <b>Wanderungen und Theorien: Multiregional-Hypothese vs. Out-of-Africa-Theorie</b></li> <li>• <b>Fossilfunde auswerten und Stammbaum rekonstruieren</b></li> <li>• <b>Kulturelle Evolution (Bewertung)</b></li> </ul>	<p><b>Sachkompetenz:</b>  ... *vergleichen Hypothesen zum evolutiven Ursprung und zur Ausbreitung des rezenten Menschen.</p> <p><b>Erkenntnisgewinnungskompetenz:</b>  ... *rekonstruieren einen Stammbaum der menschlichen Evolution auf Basis ausgewählter morphologischer Merkmale.</p> <p><b>Kommunikationskompetenz:</b>  ... *prüfen Fossilfunde hinsichtlich ihrer Aussagekraft bei der Rekonstruktion von phylogenetischer Verwandtschaft des Menschen.</p> <p><b>Bewertungskompetenz:</b>  ... * beurteilen den Einfluss der kulturellen Evolution anhand von Sprach- und Werkzeuggebrauch auf die menschliche Evolution.</p>	<p>Individuelle und evolutive Entwicklung</p>

## Semester 4: Neurobiologie

Inhaltsbereich und Sachkompetenz: Umsetzungshinweise	Zugeordnete KC-Kompetenzen:	Optionales und Hinweise, wichtige Basiskonzepte:
<p><u>4.1 Reize lösen in Sinneszellen Erregung aus. Nervenzellen übertragen elektrisch und chemisch codierte Information.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau und Funktion von Nervenzellen</li> <li>• Das Ruhepotential</li> <li>• Aktionspotential jeweils mit Ionenströmen</li> <li>• Erregungsleitung (kontinuierlich und saltatorisch) mit Simulationsexperiment und Modellkritik</li> <li>• Chemische Synapse</li> <li>• Codewechsel</li> <li>• Hemmende Synapse</li> <li>• Synapsengifte und Stoffeinwirkung mit Recherche</li> <li>• Räumliche und zeitliche Summation</li> <li>• Motorische Endplatte</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktioneller Aufbau eines Sinnesorganes</li> <li>• Bau und Funktion der Sinneszellen (primäre und sekundäre)</li> <li>• Rezeptorpotentiale und Signaltransduktion</li> </ul>	<p><b>Sachkompetenz:</b>  <i>... erläutern die Entstehung und Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials auch unter Berücksichtigung des Prinzips des Fließgleichgewichts sowie den Ablauf des Aktionspotenzials.</i></p> <p><b>Erkenntnisgewinnungskompetenz:</b>  <i>... leiten aus Potenzialmessungen Ionenströme an Axonen ab</i></p> <p><b>Kommunikationskompetenz:</b>  <i>... skizzieren die Struktur eines Neurons schematisch.</i></p> <p><b>Sachkompetenz:</b>  <i>... erläutern die Codierung von Information bei der Übertragung von Erregung zwischen Nervenzellen sowie Nerven- und Muskelzellen an cholinergen Synapsen.</i></p> <p><b>Erkenntnisgewinnungskompetenz:</b>  <i>... simulieren kontinuierliche und saltatorische Erregungsleitung am Axon und diskutieren Möglichkeiten und Grenzen des Modells.</i></p> <p><b>Kommunikationskompetenz:</b>  <i>... recherchieren zu neuronalen Störungen durch Stoffeinwirkungen an Synapsen und wählen passende Quellen aus.</i></p> <p><b>Sachkompetenz:</b>  <i>... *beschreiben die molekularen Vorgänge an einer hemmenden Synapse.</i></p> <p><b>Erkenntnisgewinnungskompetenz:</b>  <i>... *interpretieren Daten zur neuronalen Verrechnung, indem sie aus ihnen räumliche und zeitliche Summation ableiten.</i></p> <p><b>Sachkompetenz:</b>  <i>... *erläutern die Bildung von Rezeptorpotenzialen an primären sowie sekundären Sinneszellen als Folge von Signaltransduktion.</i></p>	<p>Struktur und Funktion            Information und Kommunikation</p> <p>SDG3: Gesundheit und Wohlergehen</p> <p>Sinnesorgane Auge oder Ohr</p>

<p>4.2 *Das Zusammenspiel von neuronaler und hormoneller Informationsübertragung ermöglicht Kommunikation zwischen Zellen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Hormonelle Kommunikation: Übersicht über das menschliche Hormonsystem</b></li> <li>• <b>Einteilung der Hormone</b></li> <li>• <b>Lipophile und hydrophile Hormone und Wirkmechanismen</b></li> <li>• <b>Hierarchie der Hormondrüsen</b></li> <li>• <b>Stress: Verknüpfung neuronaler und hormoneller Informationsübertragung</b></li> </ul>	<p><b>Sachkompetenz:</b>  ... erläutern die chemische Informationsübertragung durch Peptid- und Steroidhormone, die aus Drüsenzellen in das Blut sezerniert werden und Reaktionen in anderen Zellen bewirken.</p> <p><b>Kommunikationskompetenz:</b>  ... leiten aus komplexen Darstellungsformen die Verknüpfung neuronaler und hormoneller Informationsübertragung ab.</p>	<p>Information und Kommunikation</p> <p>Beispiele zur Informationsübertragung: Blutzuckerregulation, Schilddrüsenregulation und Über-/Unterfunktion</p> <p>SDG3: Gesundheit und Wohlergehen</p>
<p>4.3 *Erfahrungen bewirken strukturelle Veränderungen des Gehirns</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Bau des menschlichen Gehirns</b></li> <li>• <b>Funktionelle Hirnanatomie Basics</b></li> <li>• <b>Gedächtnis und Lernen mit neuronaler Plastizität</b></li> </ul>	<p><b>Sachkompetenz:</b>  ... *erläutern neuronale Plastizität als Umbau zellulärer Strukturen des Gehirns beim Lernen.</p>	<p>Information und Kommunikation</p> <p>Struktur und Funktion</p> <p>SDG3: Gesundheit und Wohlergehen</p>