

Stoffwechselprozesse – allgemeine Anmerkungen zur Unterrichtseinheit

Vorbemerkungen

Mit dem Bildungsplan 2016 sind Fotosynthese und Zellatmung wieder als explizite Themen in den Biologieunterricht der Kursstufe aufgenommen worden. Der hierzu formulierte Standard „(2) die Teilprozesse der Fotosynthese und Zellatmung den Reaktionsräumen zuordnen und im Hinblick auf die Energieumwandlung beschreiben“ ist nicht exakt einem bestimmten Anforderungsniveau zuzuordnen. Der vorliegende Unterrichtsgang im Umfang von acht Unterrichtsstunden bietet eine Niveaunkretisierung im Hinblick auf die im Bildungsplan geforderten inhaltlichen und prozessbezogenen Kompetenzen.

Der didaktische Schwerpunkt liegt im Bereich Experimente, wobei die SuS zum Einen selbst experimentieren und zum Anderen Demonstrationsversuche und historische Experimente zur Aufklärung der Fotosynthese analysieren. Durch diesen Schwerpunkt werden die prozessbezogenen Kompetenzen unter besonderer Berücksichtigung der experimentellen Kompetenzen gefördert. Die Erarbeitung der Fachkonzepte (Stoff- und Energieumwandlung, Kompartimentierung) erfolgt entsprechend des gewählten konstruktivistischen Ansatzes unter hoher kognitiver Aktivierung.

Überblick über die Materialien

Material	Anmerkungen
Materialien: 200_stoffwechselprozesse_allgemein	
20000_dok_allgemeine_vorbemerkungen	Allgemeine Informationen zur Unterrichtseinheit Stoffwechselprozesse, Überblick über die verwendeten Materialien, Lernvoraussetzungen
20001_p_stoffwechselprozesse	Präsentation als Überblick zur Unterrichtssequenz; Information für Lehrkräfte
Materialien: 201_chloroplast	
20100_dok_unterrichtsgang_chloroplast	Informationen für Lehrkräfte zur Doppelstunde Eingangsdiagnostik/ Struktur und Funktion des Chloroplasten
20101_p_eingangsdiagnostik	Interaktives Assessment mit individuellem Feedback, das die relevanten Inhalte aus 7/8 und 9/10 beinhaltet
20102_mat_infografik_FS_mittelstufe	Infografik zu den Grundlagen der Fotosynthese, kann bei größeren Defiziten (→ Assessment) zur Wiederholung der wichtigsten Inhalte aus 7/8 und 9/10 benutzt werden
20103_p_chloroplast	Präsentation (Einstieg, Schülerinstruktion) zu Struktur und Funktion der Chloroplasten
20104_ab_chloroplast	Schülerarbeitsblatt zu Struktur und Funktion der Chloroplasten

Materialien: 202_chlorophyllextraktion	
20200_dok_unterrichtsgang_chlorophyllextraktion	Informationen für Lehrkräfte zur Doppelstunde Chlorophyllextraktion und Dünnschichtchromatographie (Praktikum)
20201_ab_chlorophyllextraktion_dc	Schülerarbeitsblatt zum Praktikum
20202_dok_GBU_chlorophyllextraktion	Beispiel-GBU zum Praktikum (muss für die eigene Schule neu erstellt werden!)
Materialien: 203_absorptions_u_wirkungsspektrum	
20300_dok_unterrichtsgang_absorptions_wirkungsspektrum	Informationen für Lehrkräfte zur Doppelstunde Absorptionsspektrum/ Auslöschung bestimmter Spektralbereiche durch Chlorophyll/ Rotfluoreszenz von Chlorophyll (Demonstrationsversuche)
20301_p_spektrum_fluoreszenz_engelmann	Präsentation (Vernetzung der Praktikumsinhalte mit den Demonstrationsversuchen, Schülerinstruktion)
20302_ab_spektrum_fluoreszenz	Schülerarbeitsblatt (Auswertung Demonstrationsversuche)
20303_ab_engelmann	Schülerarbeitsblatt zum Wirkungsspektrum der Fotosynthese
Materialien: 204_teilreaktionen_FS	
20400_dok_unterrichtsgang_teilreaktionen_FS	Informationen für Lehrkräfte zur Doppelstunde Teilreaktionen der Fotosynthese
20401_ab_fotoreaktion	Schülerarbeitsblatt zur Erarbeitung der Fotoreaktion (Gruppe 1); Dateien 20402, 20408 und 20409 notwendig
20402_mat_teilabbildungen_fotoreaktion	Teilabbildungen als Legekärtchen, um die Vorgänge der Fotoreaktion schematisch darstellen zu können
20403_ab_fotoreaktion_lsg	Lösungsvorschläge zu den Aufgaben des Schülerarbeitsblatts
20404_mat_teilabbildungen_fotoreaktion_lsg	Lösungsvorschlag für Schema zur Fotoreaktion (Gesamtbild bereits in Datei 20403 enthalten)
20405_ab_synthesereaktion	Schülerarbeitsblatt zur Erarbeitung der Synthesereaktion (Gruppe 2); Dateien 20406 bei Bedarf, 20408 und 20409 notwendig
20406_ab_synthesereaktion_hilfen	Hilfen zur Bearbeitung des Schülerarbeitsblatts 20405
20407_ab_synthesereaktion_lsg	Lösungsvorschläge zu den Aufgaben des Schülerarbeitsblatts
20408_mat_info_1+2	Hintergrundinformationen zu den beiden wichtigen Überträgermolekülen NADPH und ATP

20409_mat_historische_experimente	Materialien 1-5 behandeln zur Vertiefung historische Experimente zur Erforschung der Fotosynthese, Material 6 gibt chemische Hintergründe zum Verständnis der Reduktion im Calvin-Zyklus
20410_mat_historische_experimente_lsg	Lösungsvorschläge zu den Aufgaben der vertiefenden Materialien 1-6
Materialien: 205_energiespeicherung	
20500_dok_unterrichtsgang_energiespeicherung	Informationen für Lehrkräfte zur Doppelstunde
20501_p_staerkesynthese	unterrichtsbegleitende Präsentation (Instruktion)
20502_ab_staerkesynthese	Schülerarbeitsblatt mit Lösungshinweisen und gestuften Hilfen
20503_dok_GBU_staerkesynthese	Beispiel-GBU zum Praktikum (<i>muss für die eigene Schule neu erstellt werden!</i>)

Roter Faden durch die Unterrichtseinheit

Erste Stunde:

Den Einstieg in die Unterrichtseinheit *Stoffwechselprozesse* bildet ein interaktives (formatives) Assessment mittels einer H5P-Aktivität¹. Hier werden relevante Inhalte aus den Standardstufen 7/8 (Zelle und Stoffwechsel) und 9/10 (Ökologie) behandelt, um eine Anknüpfung an die Kursstufenstandards im Sinne der spiralcurricularen Anlage des Bildungsplans zu erleichtern. Die SuS führen das Assessment online durch (unter https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/bio/gym/bp2016/fb10/h5p/) und erhalten individuelles Feedback in Form einer Einordnung der Leistung in eine von drei Leistungsstufen. Je nach Resultat erhalten die SuS eine Empfehlung und ggf. Material zur Unterstützung (Infografik Grundlagen Fotosynthese) und durchlaufen dann das Assessment ein weiteres Mal. Danach sollten die SuS ihr Vorwissen zur Fotosynthese weitgehend reaktiviert haben, und die Heterogenität in Bezug auf den Wissensstand zum Thema innerhalb der Lerngruppe sollte nun minimiert sein.

Der inhaltlichen Einstieg schließt sich mit einer Verortung der entscheidenden Strukturen an. Die Lokalisation von Chloroplast, Thylakoidmembran, Fotosystem und Chlorophyllmolekülen soll im Verlauf der Unterrichtseinheit jederzeit präsent sein, um die ohnehin komplexen und abstrakten Stoffwechselprozesse mit ihren jeweiligen Reaktionsräumen in Bezug setzen zu können.

Zweite und dritte Stunde (Doppelstunde):

Im Lauf des Praktikums arbeiten sich die SuS nun physisch vom Blatt zu den Chlorophyllmolekülen vor, indem sie aus Blättern zunächst eine Rohchlorophylllösung extrahieren und die Blattpigmente im Anschluss chromatografisch trennen und sichtbar machen. Mit der Durchführung des Praktikums erlangen die Schüler eine konkrete Vorstellung davon, dass in den Chloroplasten unterschiedliche Blattpigmente vorhanden sind. Die sich aufdrängende Frage, weshalb das so ist, leitet unkompliziert zur Tatsache über, dass unterschiedliche Strukturen (die verschiedenen Blattpigmente) auf unterschiedliche Funktionen hinweisen (unterschiedliche Farben der Banden, unterschiedliche Laufgeschwindigkeiten). Diese Erkenntnisse werden in der Auswertung (Arbeitsblatt) des Praktikums umgewälzt und gesichert.

¹ Informationen zum didaktischen Gebrauch sowie zur technischen Umsetzung der Benutzung und Erstellung von H5P-Inhalten gibt es auf den Seiten des Landesbildungsservers unter <https://www.schule-bw.de/themen-und-impulse/medienbildung/interaktiv/anleitung-h5p>

Vierte Stunde:

In der vierten Stunde werden die Praktikumsinhalte nochmals aufgenommen, indem mit der Rohchlorophylllösung weitergearbeitet wird (Demonstrationsversuch). Zunächst wird mit Hilfe eines Prismas weißes Licht in die Spektralfarben zerlegt. Während das Spektrum projiziert bleibt wird eine dünne Schicht der Chlorophylllösung in den Strahlengang gebracht und die Auswirkung auf das Spektrum gezeigt (bestimmter Spektralbereiche sind nicht mehr sichtbar). So wird das Absorptionsspektrum eingeführt und damit die Grundlage geschaffen für die anschließende theoretische Bearbeitung des Engelmann-Experiments zum Zusammenhang von Bakterienwachstum in räumlicher Nähe zu einer mit Licht unterschiedlicher Wellenlängen bestrahlten Alge. Dadurch kann nun auf das Wirkungsspektrum der Fotosynthese gefolgert werden. Dies markiert den Übergang zu einer Serie historischer Experimente zur Aufklärung der Vorgänge bei der Fotosynthese (s.u.).

An der Rohchlorophylllösung wird abschließend noch die Rotfluoreszenz nach Bestrahlung mit weißem Licht demonstriert. Damit soll das komplexe Konzept der „Anregung“ des Chlorophyllmoleküls visualisiert und verankert werden, was für das Verständnis der Teilreaktionen der Fotosynthese notwendig ist. Eine vertiefte Kenntnis der zugrunde liegenden physikalischen Prozesse ist jedoch nicht vorgesehen und keine notwendige Voraussetzung für die folgende Doppelstunde.

Fünfte und sechste Stunde (Doppelstunde):

Durch die Wiederholung der Ergebnisse der Experimente (Wirkungsspektrum aus Engelmann-Versuch und Rotfluoreszenz) wird zügig auf die Problematisierung hingearbeitet. Wie gelingt es den Pflanzen, Blättern bzw. den Chloroplasten, die eingestrahlte Lichtenergie in stofflich gebundener (chemischer) Energie zu speichern. Die Erarbeitung der beiden Teilreaktionen bietet sich gruppenteilig an, wobei großer Wert auf die Verknüpfung der beiden Teilprozesse gelegt wird. Dies geschieht in der Darstellung und Visualisierung der Vorgänge und in der Bilanzierung der Reaktionsgleichungen der Teilreaktionen in Partnerarbeit.

Vertiefend liegen Materialien zu weiteren historischen Experimenten zur Erforschung der Fotosynthese und chemischen Hintergründen aus. Lösungsvorschläge zu den jeweiligen Aufgaben dieser Materialien stehen den SuS zur Selbstkontrolle zur Verfügung.

In der abschließenden Besprechung sollen die zentralen Inhalte im Fokus stehen und die Lehrkraft gegebenenfalls bei der Sicherung der erarbeiteten Ergebnisse behilflich sein (fotografische Sicherung, ggfs. Lösungsvorschläge zur Verfügung stellen). Ein Aufgreifen der vertiefenden Inhalte in einer weiteren Stunde oder z.B. bei der Behandlung der Zellatmung wäre wünschenswert.

Siebte und achte Stunde (Doppelstunde):

Die bei der Fotosynthese entstehenden Reaktionsprodukte sind für eine platzsparende längerfristige Speicherung nicht gut geeignet, da sie osmotisch aktiv sind. Stärke ist praktisch nicht wasserlöslich und daher osmotisch nicht aktiv. Im Theorieteil wenden die Schülerinnen und Schüler zum einen ihr Wissen über osmotische Vorgänge an und wiederholen den Aspekt der energetischen Kopplung. Im Praxisteil der Doppelstunde steht das Experiment zur Stärkesynthese in Kartoffelknollen im Zentrum.

Bildungsplanbezug

Grundlagen aus den Bildungsstandards der Klassen 7-8

3.2.1 Zelle und Stoffwechsel

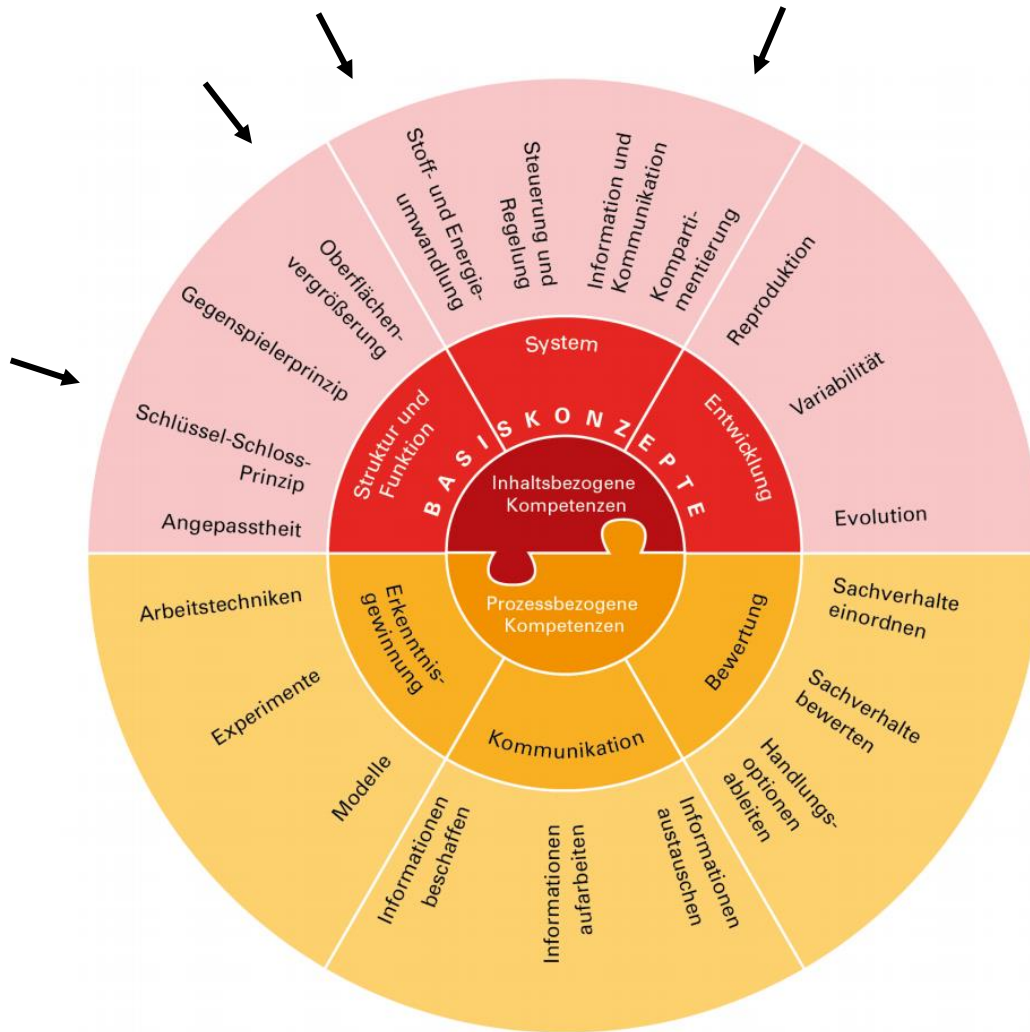
Die Schülerinnen und Schüler können

- (3) die Funktionen von Zellbestandteilen beschreiben (... Chloroplast...).
- (4) den Bau eines Organs (zum Beispiel Laubblatt) aus verschiedenen Geweben beschreiben und erklären, wie das Zusammenwirken verschiedener Gewebe die Funktion eines Organs bewirkt.
- (5) Experimente zur Fotosynthese planen, durchführen und auswerten.
- (6) die Prozesse Fotosynthese und Zellatmung beschreiben (Wortgleichung) und ihre Bedeutung für Organismen erläutern.

Bezug zum Bildungsplan der Kursstufe Biologie Leistungsfach

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen
<p>3.5.1.3 Stoffwechselprozesse</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion von Zellorganellen bei der Stoff- und Energieumwandlung beschreiben. Sie können die Bedeutung von ATP als universeller Energieträger in lebenden Systemen erklären.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können</p> <ol style="list-style-type: none">(1) die Stoffwechselprozesse Fotosynthese und Zellatmung als Reaktionsgleichungen mit Summenformeln beschreiben.(2) die Teilprozesse der Fotosynthese und der Zellatmung den Reaktionsräumen zuordnen und im Hinblick auf die Energieumwandlung beschreiben(3) die energetischen Kopplung erläutern (ATP als Energieüberträger)	<p>2.1 Erkenntnisgewinnung</p> <ol style="list-style-type: none">12. ein Modell zur Erklärung eines Sachverhalts entwickeln und gegebenenfalls modifizieren <p>2.2 Kommunikation</p> <ol style="list-style-type: none">3. Informationen aus Texten, Bildern, Tabellen, Diagrammen oder Grafiken entnehmen4. biologische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache beschreiben oder erklären7. komplexe biologische Sachverhalte mithilfe von Schemata, Grafiken, Modellen oder Diagrammen anschaulich darstellen <p>2.3 Bewertung</p> <ol style="list-style-type: none">1. in ihrer Lebenswelt biologische Sachverhalte erkennen2. Bezüge zu anderen Unterrichtsfächern herstellen

Bezug zu den Basiskonzepten im Bildungsplan 2016



Quelle: Bildungsplan 2016, Biologie, Inhaltsbezogene und prozessbezogene Kompetenzen
 (© Landesinstitut für Schulentwicklung)

Lernvoraussetzungen für den Unterrichtsgang

Zellbiologie

Enzymatik

Verwendete Abkürzungen

AB: Arbeitsblatt

LV: Lehrervortrag

EA: Einzelarbeit

P: Präsentation

EXP: Experiment/Praktikum

PA: Partnerarbeit

GA: Gruppenarbeit

SuS: Schülerinnen und Schüler

GP: Gruppenpuzzle

TA: Tafel(anschrieb)

LZ: Lernzirkel/Stationenarbeit

UG: Unterrichtsgespräch

MAT: Materialien/Infos für SuS