

Aufgabe 3

Themenbereich: Ökofaktoren

Grundlagen des Lebens

Die meisten Lebewesen auf der Erde sind von der Energie der Sonne direkt oder indirekt abhängig. Mit Hilfe der Fotosynthese der autotrophen Lebewesen wird die Sonnenenergie in einer organischen Verbindung gespeichert und steht so den heterotrophen Lebewesen zur Verfügung.

Es gibt allerdings nicht nur an lichtdurchfluteten Orten eine hohe Artenvielfalt, sondern auch an Orten, wo kein Sonnenlicht mehr hingelangt. Zu solchen Orten zählt z.B. die Tiefsee.

Abbildung aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

www.lighting.philips.com

- a) Geben Sie zu den Strukturen ① bis ⑥ des Chloroplasten den jeweiligen Fachbegriff an (Material 1).

Stellen Sie eine begründete Hypothese darüber auf, in welcher Art und Weise die Lichtintensität im Verlauf des Versuchs verändert wurde (Material 2).

[11 BWE]

- b) Leiten Sie für die Stoffe Glucose, ATP bzw. Sauerstoff jeweils ab, ob sie bei dem in Material 3 beschriebenen Versuch gebildet werden und begründen Sie ihre Entscheidungen.

[11 BWE]

- c) Zeichnen Sie ein Nahrungsnetz mit allen in Material 4 genannten Organismen und ihren jeweiligen Trophiestufen.

Vergleichen Sie das Ökosystem Schwarzer Raucher mit einem selbst gewählten Ökosystem anhand der Aspekte abiotische Faktoren, Anpasstheiten, interspezifische Beziehungen und äußere Einflüsse (Material 4).

[18 BWE]

Hinweis:

Alle in den Aufgabenstellungen bzw. in den Materialien verwendeten Abkürzungen dürfen im Lösungstext verwendet werden.

Material 1

Abbildung aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

Abb. 1: Schematische Darstellung eines Chloroplasten

Abituraufgabe Biologie, Aufgabe B2. BW, 1983 (verändert).

Material 2

Um die Auswirkungen der Lichtintensität auf die Stoffwechselprozesse von Pflanzen zu erforschen, wurde ein Versuch durchgeführt. Dazu wurde eine Pflanze unter ein luftgefülltes, gasdicht verschlossenes Glasgefäß gestellt.

Während der gesamten Versuchszeit wurde der CO₂-Gehalt innerhalb des gasdichten Glasgefäßes gemessen. Der Versuch wurde in drei Phasen gegliedert. Jeweils an deren Beginn wurde nur die Lichtintensität verändert. Alle anderen Bedingungen wurden für die Pflanze optimal und konstant gehalten. Die Messergebnisse sind in Abbildung 2 dargestellt.

Abituraufgabe Biologie, Aufgabe 1. Thüringen, 1998 (verändert).

Abbildung aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

Abb. 2: CO₂-Gehalt in dem Glasgefäß während der Versuchszeit

Material 3

In Chloroplasten laufen die lichtabhängigen Reaktionen der Fotosynthese ab (siehe Abbildung 3). Der erste Akzeptor für angeregte Elektronen des Fotosystems I (FS I) ist das Protein Ferredoxin. Dieses gibt die Elektronen entweder in den nicht-zyklischen Elektronentransport (durchgezogene Pfeile) oder führt sie dem zyklischen Elektronentransport (gestrichelte Pfeile) zu, bei dem die Elektronen über diverse Zwischenschritte zurück zum FS I gelangen.

In einem Versuch wurden aus pflanzlichen Zellen die Chloroplasten isoliert, aufgebrochen und in eine wässrige Lösung gegeben, die belichtet wurde. Eine solche Lösung enthält jedoch kein NADP^+ oder NADPH_2 . Nach einiger Zeit wurde die Bildung verschiedener Stoffe mit Hilfe von Nachweisreaktionen überprüft.

Abbildung aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

Abb. 3: Vereinfachtes Z-Schema der lichtabhängigen Reaktionen der Fotosynthese

Abituraufgabe Biologie, Übungsaufgabe 2. Niedersachsen, o.J. (verändert).

Material 4

Auf dem Meeresboden der dunklen Tiefsee in Bereichen von über 2000 m Tiefe gibt es nur wenige Lebewesen. Dennoch findet man kleine Ökosysteme in der direkten Umgebung der sogenannten Schwarzen Raucher. Dabei handelt es sich um hohe Schloten aus denen heißes Wasser in schwarzen Wolken herausschießt.

- 5 Solche Schwarzen Raucher liegen weit voneinander entfernt und sind daher sehr isoliert. Einerseits herrschen hier Temperaturextreme, denn das austretende Wasser ist ca. 350°C heiß, wohingegen das umgebende Tiefseewasser nur 4°C kalt ist. Andererseits sind diese Bedingungen nahezu keinen Schwankungen unterworfen.

In der Nähe der Schwarzen Raucher wurden bis zu

- 10 350 verschiedene Tierarten gefunden (siehe Abbildung 4). Hier finden sich verschiedene Würmerarten, wie z.B. die bis zu 3 m langen Röhrenwürmer, die den Boden rund um den Schlot wie eine dicke Matte bedecken. Die mit ihnen in Symbiose lebenden

- 15 Schwefelbakterien bauen mithilfe von Schwefelwasserstoff Glucose auf, von der sich die Röhrenwürmer ernähren. Diese Würmer werden von den sich auf ihnen aufhaltenden, winzigen Spinnenkrabben gefressen. Direkt am Schlot kommen auch Pompeji-
20 Würmer vor, die ebenfalls in Symbiose mit den Schwefelbakterien leben. Sie sind nur 10 bis 15 cm lang und bauen ihre papierdünnen Wohnröhren vornehmlich in der heißen Umgebung am Schlot. In den

- 25 Wohnröhren herrschen oft Temperaturen von mehr als 80°C. Ein dauerhaftes Vorkommen bei solchen Temperaturen ist nur möglich, da Pompeji-Würmer über hitzestabile Enzyme verfügen. Zudem gibt es Tiefsee-Miesmuscheln, die sich ebenfalls mithilfe der Schwefelbakterien ernähren. Außerdem gibt es Tiefsee-Oktopusse, die sich räuberisch von den Würmern, Muscheln und Krabben ernähren. Die Oktopusse halten sich jedoch nur zur Nahrungssuche in direkter Nähe des heißen Wassers auf und leben ansonsten eher in der kälteren Umgebung.

Abbildung aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

Abb. 4: Pompeji-Wurm (links), und Tiefsee-Oktopus (rechts), in verschiedenen Maßstäben

Abituraufgabe Biologie, Aufgabe B2. Hessen, 2009; Abituraufgabe Biologie, Aufgabe A1. Sachsen, 1994; Abituraufgabe Biologie, Aufgabe 2. Thüringen, 2006; Bickel, Horst et al.: *Natura*. Leipzig (Klett), 2005, S. 106f. (alle verändert); www.whoi.edu/page.do; www.spiegel.de und www.wissenschaft.de

Aufgabe 3 Erwartungshorizont und Bewertung nach Anforderungsbereichen

Erwarteter Inhalt		Bewertung		
		I	II	III
a)	<p>①: Stromathylakoid ②: Granathylakoid ③: Stroma ④: äußere Membran ⑤: innere Membran ⑥: Stärkekorn</p> <p>Da in Phase 1 der CO₂-Gehalt in dem Glasgefäß sinkt, muss der Verbrauch von CO₂ durch die Fotosynthese der Pflanze größer sein als die Menge des bei der Zellatmung abgegebenen CO₂. Zu Beginn von Phase 1 wurde daher vermutlich die Lichtintensität erhöht, sodass die Fotosyntheserate steigt. Da in Phase 2 der CO₂-Gehalt konstant bleibt, ist die Fotosyntheserate so niedrig, dass die CO₂-Aufnahme und die CO₂-Abgabe gleich sind und somit der Lichtkompensationspunkt erreicht wird. Zu Beginn dieser Phase ist die Lichtintensität also wahrscheinlich auf den Wert des Lichtkompensationspunktes reduziert worden. Da in Phase 3 der CO₂-Gehalt in dem Glasgefäß steigt, muss die Fotosyntheserate weiter verringert worden sein, sodass kaum noch CO₂-Aufnahme stattfindet. Aufgrund der jedoch weiter ablaufenden Zellatmung wird fortlaufend CO₂ abgegeben. Die Lichtintensität ist daher wahrscheinlich noch weiter reduziert worden.</p>	3		
b)	<p>Glucose: Angeregte Elektronen aus dem FS I können nicht von Ferredoxin auf NADP⁺ übertragen werden, da dieses nicht vorhanden ist. Somit kann die energiereiche Verbindung NADPH₂ nicht aufgebaut werden und es fehlt ein wichtiger Energieüberträger für die lichtunabhängigen Reaktionen. Da der CALVIN-Zyklus nicht ablaufen kann, wird auch keine Glucose produziert.</p> <p>ATP: Die angeregten Elektronen des FS I fallen im Prozess des zyklischen Elektronentransports auf ihr ursprüngliches Energieniveau zurück und gelangen so wieder in das FS I, wo sie erneut angeregt werden können. Während dieses Elektronentransports wird ATP gebildet.</p> <p>O₂: Die Fotolyse des Wassers erfolgt nicht, da durch das Fehlen von NADP⁺ nur noch der zyklische Elektronentransport ablaufen kann. Angeregte Elektronen des FS II können somit nicht mehr an das FS I weitergeben werden, sodass es keinen Bedarf an Elektronen aus der Spaltung von Wasser für das FS II gibt. Sauerstoff entsteht daher nicht.</p>	4	4	3
c)	<pre> graph LR S[Schwefelbakterien] --> RW[Röhrenwürmer] S --> PM[Tiefsee-Miesmuscheln] S --> PW[Pompeji-Würmer] RW --> SK[Spinnenkrabben] RW --> TO[Tiefsee-Oktopusse] PW --> TO SK --> TO </pre> <p>Produzenten Konsumenten 1. Ordnung Konsumenten 2. Ordnung Konsumenten 2./3. Ordnung</p> <p>Das andere Ökosystem kann frei gewählt werden. Die vergleichenden Aspekte müssen je nach gewähltem Ökosystem als Unterschied oder Gemeinsamkeit eingeordnet werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Abiotische Faktoren: Aufgrund seiner abgeschiedenen Lage unterliegt das Ökosystem nur geringen Schwankungen, da es nicht von klimatischen Veränderungen betroffen ist oder jahreszeitlichen Veränderungen unterliegt. 	3	3	

	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Angepasstheiten</i>: Die Organismen sind in ihren Körperfunktionen besonders an den abiotischen Faktor Temperatur angepasst, z.B. durch hitzestabile Enzyme. Zudem zeigen sie ein an die Bedingungen angepasstes Verhalten, da sich einige Arten nur für kurze Zeit, wie z.B. zur Nahrungsaufnahme, in den extremen Bereichen aufhalten. - <i>Interspezifische Beziehungen</i>: Innerhalb der Biozönose gibt es verschiedene Arten von interspezifischen Beziehungen wie z.B. die Symbiose zwischen Schwefelbakterien und Röhrenwürmern und die Räuber-Beute-Beziehung zwischen Oktopussen und Spinnenkrabben. - <i>Äußere Einflüsse</i>: Da die Schwarzen Raucher weitestgehend isoliert voneinander sind, kommt es nur in geringem Maße zu einer Zu- und Abwanderung, sodass sich die Biozönose nur wenig verändert. Ebenso ist der Einfluss des Menschen auf dieses Ökosystem aufgrund seiner Lage äußerst gering. 	2	7	3
Verteilung der insgesamt 40 Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche	12	20	8	

Quellenangaben

Abituraufgabe Biologie, gA, Übungsaufgabe 2. Niedersachsen, o.J.
 Abituraufgabe Biologie, Leistungskurs, Aufgabe B2: Fotosynthese. Baden-Württemberg, 1983.
 Abituraufgabe Biologie, Leistungskurs, Nachschreiber, Aufgabe A1. Sachsen, 1994.
 Abituraufgabe Biologie, Grundfach, Aufgabe 1: Stoff- und Energiewechselleistungen. Thüringen, 1998.
 Abituraufgabe Biologie, Grundfach, Aufgabe 2. Thüringen, 2006.
 Abituraufgabe Biologie, Leistungskurs, Aufgabe B2. Hessen, 2009.
 Bickel, Horst et al.: Natura, Biologie für Gymnasien, Oberstufe, Leipzig (Klett), 2005, S. 106f.
www.lighting.philips.com/b-dam/b2b-li/en_AA/products/Horticulture/Basics-of-Lighting-picture.jpg
www.who.edu/page.do?pid=7545&tid=441&cid=142656&ct=61&article=98609
www.spiegel.de/wissenschaft/natur/entdeckung-in-der-tiefsee-an-den-schloten-der-hoelle-a-807098.html
www.wissenschaft.de/home/-/journal_content/56/12054/1037544/