

Schriftliche Abiturprüfung 2017

Leistungskurs Biologie

Mittwoch, 26. April 2017, 9.00 Uhr

Unterlagen für die Prüfungsteilnehmerinnen und -teilnehmer

Allgemeine Arbeitshinweise

- Tragen Sie bitte oben rechts auf diesem Blatt und auf den nachfolgenden Aufgabenblättern die Schulnummer, die schulinterne Kursbezeichnung und Ihren Namen ein.
- Schreiben Sie auf alle Entwurfsblätter (Kladde) und die Reinschrift Ihren Namen.
- Versehen Sie Ihre Reinschrift mit Seitenzahlen.

Fachspezifische Arbeitshinweise

- Die Arbeitszeit beträgt 240 Minuten.
 - Erlaubte Hilfsmittel: Rechtschreiblexikon, Taschenrechner.
-

Aufgaben

- Sie erhalten zwei Aufgaben zur Bearbeitung.
- Überprüfen Sie bitte zu Beginn die Vollständigkeit der vorgelegten Aufgaben (Anzahl der Blätter, Anlagen, ...).
- Vermerken Sie in Ihrer Reinschrift, welche Aufgabe Sie jeweils bearbeiten.

Aufgabe 1

Themenbereiche: Kommunikation Ökofaktoren

Sehen und gesehen werden

Der Sehsinn ist für viele verschiedene Situationen im Leben von großer Bedeutung. Neben der Orientierung im Raum können damit auch z.B. Männchen von Weibchen oder reife von unreifen Früchten unterschieden werden. Während Menschen schon über ein relativ gutes Sehvermögen verfügen, ist der Sehsinn bei vielen Vogelarten noch weiter entwickelt. So hilft beispielsweise Greifvögeln ihr besonders gutes Sehvermögen beim Finden von Beutetieren aus großer Flughöhe.

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Sie ist unter der Aufgabenbeschreibung angegebenen Quelle zu finden.

Abb.: Foto eines Greifvogelauges

<http://m.rgbimg.com>

- a) Stellen Sie zunächst die Vorgänge im Außensegment des Stäbchens zu Beginn von Phase 2 in Form eines Fließdiagramms dar (Material 1).

Ermitteln Sie dann für die Messpunkte ① bzw. ②, welches der beiden Membranpotenziale dort jeweils gemessen werden kann und begründen Sie Ihre Entscheidungen (Material 1).

[12 BWE]

- b) Erläutern Sie anhand von vier verschiedenen Aspekten die Unterschiede zwischen EPSP und AP an Ganglienzellen (Material 2).

[8 BWE]

- c) Erklären Sie zuerst Tatsache 1 (Material 3) und anschließend Tatsache 2 (Material 3 und 4).

[13 BWE]

- d) Diskutieren Sie, ob Mäusebussard und Feldmaus hinsichtlich ihrer Vermehrungsstrategie jeweils eher zu den K- oder zu den r-Strategen gezählt werden können (Material 5).

Beurteilen Sie, ob die Aussagen der ersten VOLTERRA-Regel auf die Räuber-Beute-Beziehung zwischen Mäusebussard und Feldmaus zutreffen. Werten Sie dazu Material 5 aus.

[17 BWE]

Hinweis:

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

Material 1

Trotz zum Teil großer Unterschiede im Sehvermögen zwischen Vögeln und Menschen sind die grundlegenden Abläufe in ihren Lichtsinneszellen gleich.

Zur Erforschung der dort ablaufenden Vorgänge wurde in einem Experiment ein Stäbchen längere Zeit Dunkelheit ausgesetzt (siehe Abbildung 1.1, Phase 1). Dann wurde das Stäbchen belichtet (Phase 2) und dessen Reaktion darauf untersucht. Dazu wurde an den Messpunkten ① und ② das Membranpotenzial gemessen. Die Ergebnisse sind in Abbildung 1.2 dargestellt.

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Sie ist unter der Aufgabenbeschreibung angegebenen Quelle zu finden.

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Sie ist unter der Aufgabenbeschreibung angegebenen Quelle zu finden.

Abb. 1.1: Schematische Darstellung eines Stäbchens unter verschiedenen Bedingungen

Abb. 1.2: Membranpotenziale

Abituraufgabe Biologie, Aufgabe 1. Hessen, 2014 (verändert).

Material 2

In der Netzhaut wird die von den Lichtsinneszellen erzeugte Erregung zunächst auf die direkt nachgeschalteten Bipolarzellen übertragen (siehe Abbildung 2). Diese bilden Synapsen mit den Dendriten der Ganglienzellen und leiten die Erregung an diese weiter. An den Ganglienzellen kann man wie an anderen Nervenzellen exzitatorische postsynaptische Potenziale (EPSPs) und Aktionspotenziale (APs) messen. Die Axone der Ganglienzellen bilden den Sehnerv und leiten die Informationen an das Gehirn weiter.

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Sie ist unter der Aufgabenbeschreibung angegebenen Quelle zu finden.

Abb. 2: Vereinfachte schematische Darstellung des Aufbaus der Netzhaut

Bayrhuber, H. et al. (Hrsg.): Linder Biologie Gesamtband. Braunschweig (Bildungshaus) 2010, S. 279 (verändert).

Material 3

Die Sonne gibt elektromagnetische Strahlung verschiedener Wellenlängen ab. Der für das menschliche Auge sichtbare Teil davon wird als Licht bezeichnet. Je nach Wellenlänge entstehen dabei unterschiedliche Farbeindrücke (siehe Abbildung 3.1). Das Sehen von Farben wird durch die Zapfen in der Netzhaut des Auges ermöglicht. Ihr Aufbau sowie der Ablauf der Transduktion eines Lichtreizes sind bei Zapfen und Stäbchen prinzipiell gleich.

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Sie ist unter der Aufgabenbeschreibung angegebenen Quelle zu finden.
Abb.: Foto eines Modells

Abb. 3.1: Spektrum elektromagnetischer Strahlung und für Menschen sichtbarer Bereich

Tatsache 1: Um zwei Farben (Licht der Wellenlängen ① und ②) unterscheiden zu können, werden mindestens zwei verschiedene Zapfen-Typen benötigt (siehe Abbildung 3.2).

Menschen besitzen drei Typen von Zapfen (Blau-, Grün- bzw. Rot-Zapfen), die unterschiedliche Sehfarbstoffe enthalten. Diese absorbieren Licht einer bestimmten Wellenlänge unterschiedlich stark und weisen daher verschiedene Absorptionsspektren auf (siehe Abbildung 3.2).

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Sie ist unter der Aufgabenbeschreibung angegebenen Quelle zu finden.
Abb.: Foto eines Modells

Abb. 3.2: Absorptionsspektren der Zapfen-Sehfarbstoffe beim Menschen
* Von der Linse des menschlichen Auges herausgefilterte Wellenlängen.

Hinweis: Bei gleicher Lichtintensität löst eine relative Absorption von 50 % eine halb so starke Erregung aus wie bei einer relativen Absorption von 100 %.

Material 4

Der Europäische Star (*Sturnus vulgaris*) ist einer der häufigsten Vögel der Welt. Er kann in Schwärmen von mehr als 1 Million Individuen vorkommen.

Tatsache 2: Das Gefieder aller Stare sieht für den Menschen fast gleich aus, aber die Stare können Männchen und Weibchen klar daran unterscheiden.

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Sie ist unter der Aufgabenbeschreibung angegebenen Quelle zu finden.
Abb.: Foto eines Modells

Abb. 4: Absorptionsspektren der Zapfen-Sehfarbstoffe beim Star

Material 5

Der **Mäusebussard** (*Buteo buteo*) ist in Mitteleuropa der am häufigsten vorkommende Greifvogel. Er wird bis zu 55 cm lang und kann 25 Jahre alt werden. Sein Name deutet auf die von ihm bevorzugte Beute hin (siehe Abbildung 5.1). Mäusebussarde jagen im freien Gelände, wo sie Beutetiere mit ihrem außergewöhnlich guten Sehvermögen leicht erkennen können. Sie brüten geschützt im Wald oder in Baumgruppen. Ein Bussard-Weibchen legt einmal im Jahr 1 bis 4 Eier (siehe Abbildung 5.2), die ca. 30 Tage bebrütet werden. Anschließend werden die Jungtiere bis zu 50 Tage im Nest gefüttert. Im Alter von 2 bis 3 Jahren werden Bussarde geschlechtsreif.

Durchschnittlich kommen in Mitteleuropa etwa 15 Bussarde auf 100 km² vor. Bei großem Nahrungsangebot wandern zahlreiche Individuen aus der Umgebung ein, sodass große Ansammlungen beobachtet werden können. Dabei handelt es sich meist um ausgewachsene, aber noch nicht geschlechtsreife Tiere, die bei einer Verschlechterung der Bedingungen wieder abwandern.

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Sie ist unter der Aufgabenbeschreibung angegebenen Quelle zu finden.

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Sie ist unter der Aufgabenbeschreibung angegebenen Quelle zu finden.

Abb.: Balkendiagramm

Abb.: Balkendiagramm

Abb. 5.1: Beutetiere des Mäusebussards*

Abb. 5.2: Durchschnittliche Anzahl der Eier pro Gelege beim Mäusebussard*

Die **Feldmaus** (*Microtus arvalis*) gehört zu den Nagetieren und ist das am häufigsten vorkommende Säugetier Mitteleuropas. Sie wird bis zu 16 cm lang und kommt auf Äckern und Wiesen mit dichtem Pflanzenwuchs vor. Aufgrund ihres hellbraunen Fells ist sie hier gut getarnt.

Feldmäuse leben in Kolonien sowohl ober- als auch unterirdisch und können tag- und nachtaktiv sein. Sie reagieren sehr empfindlich auf Veränderungen der abiotischen Faktoren. Die Nester befinden sich bis zu 40 cm tief unter der Erde. Hier werden Nahrungsvorräte aus Gras und Samen angelegt und die Jungen versorgt.

Feldmaus-Weibchen bringen nach einer Tragzeit von 3 Wochen zwischen 3 und 15 Jungtiere zur Welt, die zuerst nackt und blind sind. Sie werden 2 bis 3 Wochen gesäugt und sind anschließend selbstständig und geschlechtsreif. Ein Weibchen kann unter günstigen Bedingungen bis zu 15-mal pro Jahr Junge bekommen.

Feldmäuse werden bis zu 3 Jahre alt. Im Winter halten sie keinen Winterschlaf, sondern ernähren sich von ihren Vorräten. Die Population der Feldmäuse schwankt im Rhythmus von 3 bis 5 Jahren sehr stark (siehe Abbildung 5.3).

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Sie ist unter der Aufgabenbeschreibung angegebenen Quelle zu finden.

Abb.: Liniendiagramm

Abb. 5.3: Entwicklung einer Feldmaus-Population*

*: Alle Daten wurden im selben Untersuchungsgebiet ermittelt.

Jungbauer, W. (Hrsg.): Aufgabenhandbuch Biologie Band 2 Ökologie. Köln (Aulis) 2010, S. 112 ff.; www.planetofbirds.com und www.uv.es (alle verändert).

Aufgabe 2

Themenbereiche: Kommunikation Ökofaktoren

Spinnentiere

Über 60.000 verschiedene Arten der Spinnentiere (*Arachnida*) leben auf der Erde und besiedeln unterschiedlichste Gebiete wie Wälder oder Wüsten und sind sogar im Wasser zu finden. Ebenso vielfältig sind ihre Eigenschaften. Die Tiere können winzig klein sein oder bis zu 15 cm lang werden; sie sind einfarbig oder bunt, harmlos oder hochgiftig. Zu den Spinnentieren gehören neben Milben und Zecken auch Webspinnen, Weberknechte und Skorpione.

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Sie ist unter der Aufgabenbeschreibung angegebenen Quelle zu finden.

Abb.: Foto eines Spinnentiers

<http://view.stern.de>

- a) Erläutern Sie zunächst, wie das Ruhepotenzial an der Membran einer tierischen Nervenzelle aufrecht erhalten wird.

Stellen Sie anschließend in einer beschrifteten Schemazeichnung den Aufbau der daran beteiligten Ionenpumpe in der Membran einer Nervenzelle dar.

[12 BWE]

- b) Erläutern Sie zunächst, wie mithilfe von Nozizeptoren die deutliche Wahrnehmung eines schwachen Schmerzreizes ermöglicht wird (Material 1).

Erklären Sie dann die unterschiedlichen Auswirkungen des Skorpiongiftes auf die beiden Mäusearten (Material 1 und 2). Werten Sie dazu den in Material 2 dargestellten Versuch aus.

[22 BWE]

- c) Analysieren Sie die ökologischen Beziehungen zwischen den drei in Material 3 genannten Spinnenarten (Material 3).

[16 BWE]

Hinweis:

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

Material 1

Nozizeptoren sind sensorische Nervenzellen in der Haut, die auf Schmerzreize reagieren und somit eine wichtige Warn- und Schutzfunktion im Körper übernehmen. Der Aufbau der Nozizeptoren unterscheidet sich von dem anderer Nervenzellen. So liegen in der Membran der freien Nervenendigungen spezifische Rezeptoren für verschiedene Schmerzreize, die mit Na^+ -Ionenkanälen verbunden sind (siehe Abbildung 1). Die freien Nervenendigungen der Nozizeptoren gehen außerdem direkt in das Axon über. Dieser Übergang wird als Auslösungszone bezeichnet. Die dort ausgelösten Aktionspotenziale (APs) werden über das Axon am Soma vorbei direkt zu den Synapsen und über das Rückenmark zum Gehirn geleitet. Dort erfolgt die Schmerzwahrnehmung.

An der Auslösung und Weiterleitung von APs sind in Nozizeptoren zwei Varianten von spannungsabhängigen Na^+ -Ionenkanälen beteiligt, die als $\text{Na}_v1.7$ bzw. $\text{Na}_v1.8$ bezeichnet werden (siehe Tabelle 1.1).

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Sie ist unter der Aufgabenbeschreibung angegebenen Quelle zu finden.

Abb. 1: Schematische Darstellung eines Nozizeptors

Bezeichnung	Eigenschaften
$\text{Na}_v1.7$	schnelle Öffnung bei Depolarisation unter dem Schwellenwert; schnelle Schließung und Inaktivierung
$\text{Na}_v1.8$	lang andauernde Öffnung bei Depolarisation im Bereich des Schwellenwertes; langsame Schließung und Inaktivierung

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Sie ist unter der Aufgabenbeschreibung angegebenen Quelle zu finden.

Tab 1.1: Eigenschaften der spannungsabhängigen Na^+ -Ionenkanäle der Nozizeptoren

Abituraufgabe Biologie, Aufgabe 2. NRW, 2015 (verändert); Choi, Jin-Sung et al.: Physiological [...] sodium channels. In: J Neurophysiol 106, 2011; <https://viamedici.thieme.de> und <https://classconnection.s3.amazonaws.com> (verändert)

Material 2

Wird der Kleine Texas-Sandskorpion (*Centruroides sculpturatus*) bedroht, sticht er seinen Angreifer und gibt dabei ein starkes Gift ab. Trotzdem werden die Sandskorpione von der Grashüpfermaus (*Onychomys torridus*) häufig gefressen (siehe Abbildung 2.1). Wird diese vom Skorpion gestochen, setzt sie ihren Angriff nach kurzer Zeit unbeirrt fort. Es wurde festgestellt, dass bei Grashüpfermäusen aufgrund einer Mutation die spannungsabhängigen $Na_v1.8$ -Ionenkanäle (siehe Material 1) in veränderter Form vorliegen.

Die Wirkung des Skorpiongiftes wurde anhand von Versuchen mit zwei Mäusearten untersucht. Dabei wurde zuerst Hausmäusen (*Mus musculus*) das Skorpiongift in verschiedenen Dosierungen in die hintere Pfote gespritzt und in einem Kontrollversuch harmlose Kochsalzlösung. Das Skorpiongift wirkt bei Hausmäusen an den $Na_v1.7$ -Ionenkanälen. Der gleiche Versuch wurde auch mit Grashüpfermäusen durchgeführt.

An den gereizten Nozizeptoren der Mäuse wurde jeweils die Anzahl der Aktionspotenziale während eines bestimmten Zeitraumes ermittelt (siehe Abbildung 2.2). Anhand dieser können Rückschlüsse auf die wahrgenommene Schmerzintensität gezogen werden.

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Sie ist unter der Aufgabenbeschreibung angegebenen Quelle zu finden

Abb. 2.1: Foto einer Grashüpfermaus

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Sie ist unter der Aufgabenbeschreibung angegebenen Quelle zu finden.

Abb. 2.2: Diagramm der durchschnittlichen Anzahl der APs an den Nozizeptoren der untersuchten Mäuse

Material 3

Die tag- und nachtaktive Goldene Seidenspinne (*Nephila clavipes*) baut Netze, die einen Durchmesser von bis zu zwei Metern haben und so stabil sind, dass sich sogar kleine Vögel darin verfangen. Die Spinne versteckt sich im Zentrum ihres Netzes unter einem Schutzgewebe. Dort ist das Tier geschützt vor Feinden und wartet darauf, dass Beute sich im Netz verfängt. Sie ernährt sich nur von großen Insekten.

Im Netz der Seidenspinne findet man häufig zwei weitere Spinnenarten, die zur Gattung der Diebsspinnen (*Argyrodes*) gehören (siehe Abbildung 3). Diese werden von Wespen gefressen, nicht aber von der Seidenspinne. Diebsspinnen klettern mit sehr ruhigen und sehr gleichmäßigen Bewegungen im Netz und zappeln nicht wie dort gefangene Insekten. Dadurch nehmen die Spinnen sich gegenseitig kaum im Netz wahr. In Tabelle 3 sind ausgewählte Eigenschaften der beiden Diebsspinnenarten dargestellt.

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Sie ist unter der Aufgabenbeschreibung angegebenen Quelle zu finden.

Abb. 3: Foto von drei Diebsspinnen (siehe Kästen) im Netz einer Goldenen Seidenspinne

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Sie ist unter der Aufgabenbeschreibung angegebenen Quelle zu finden.

Tab. 3: Diagramm zu ausgewählten Eigenschaften der beiden Diebsspinnenarten

Abituraufgabe Biologie, Aufgabe 2. Niedersachsen, 2013 (verändert); Klemmstein, W.: Diebe im Netz. In: Unterricht Biologie, H. 196, 1994, S. 49f. und www.flickr.com (verändert).

Aufgabe 3

Themenbereich: Ökofaktoren

Licht und Dunkelheit

Leben ist nicht nur auf der sonnenreichen Erdoberfläche möglich, wo Pflanzen Fotosynthese betreiben, sondern auch an ganz anderen Orten, wie z.B. in der lichtlosen Tiefsee.

Dort befinden sich hydrothermale Quellen, deren Mündung zu einem röhrenförmigen Schlot geformt ist. Sie werden als Schwarze Raucher bezeichnet und finden sich dort, wo es aufgrund von Bewegungen der Erdplatten zu Brüchen in der Erdkruste kommt. In ihrer Umgebung haben sich Ökosysteme gebildet, die wie kleine, belebte Inseln über den Meeresboden verteilt und überraschend vielfältig sind.

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Sie ist unter der Aufgabenbeschreibung angegebenen Quelle zu finden.

Abb.: Foto eines Schwarzen Rauchers
<http://ais.badische-zeitung.de>

- 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) Beurteilen Sie die Entscheidung der Architekten (Material 3).

[8 BWE]

c) Vergleichen Sie zunächst die Chemosynthese der Schwefelbakterien mit der Fotosynthese bei Pflanzen (Material 4 und 5).

Beurteilen Sie anschließend die Aussage in Material 6 (Material 4 bis 6).

[11 BWE]

d) Zeichnen Sie ein Nahrungsnetz mit allen in Material 7 genannten Organismen und ihren jeweiligen Trophiestufen.

Vergleichen Sie anhand von 5 verschiedenen Aspekten das Ökosystem Schwarzer Raucher mit einem selbst gewählten Ökosystem (Material 4 und 7).

[20 BWE]

Hinweis:

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

Material 1

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Sie ist unter der Aufgabenbeschreibung angegebenen Quelle zu finden.

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.

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Sie ist unter der Aufgabenbeschreibung angegebenen Quelle zu finden.

Abb. 2: Liniendiagramm des CO₂-Gehalts in dem Glasgefäß während der Versuchszeit

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

Material 3

In einem Projekt soll ein sogenanntes Bio-Reaktorhaus (siehe Abbildung 3) gebaut werden, in dessen Fassade Biomasse produziert werden soll, die in Biogasanlagen zur Energiegewinnung genutzt werden kann. Die Fassade dieses Hauses soll aus einzelnen Glasmodulen bestehen, bei denen sich in einem Hohlraum zwischen zwei Glasplatten Wasser mit Algen befindet, die kontinuierlich mit CO₂ versorgt werden. Die entstehende Biomasse soll regelmäßig entfernt und zur Biogasanlage gebracht werden, sodass stets genug Platz für das Algenwachstum vorhanden ist.

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Sie ist unter der Aufgabenbeschreibung angegebenen Quelle zu finden.

Mit dem Ziel eine möglichst hohe Energieausbeute zu erreichen, wurden von den Architekten zwei verschiedene Farbvarianten für die Glasmodule diskutiert: blaue und grüne. Sie entschieden sich schließlich für Module mit blauem Glas.

Abb. 3: Foto eines Modell eines Bio-Reaktorhauses

Abituraufgabe Biologie, Aufgabe III. BW, 2015 und www.colt-info.de (verändert).

Material 4

Auf dem Meeresboden der dunklen Tiefsee in Bereichen von über 2000 m Tiefe gibt es nur wenige Lebewesen. Kleine Ökosysteme findet man nur in der direkten Umgebung der sogenannten Schwarzen Raucher, aus denen heißes Wasser in schwarzen Wolken heraus-schießt. Dabei wird giftiger Schwefelwasserstoff (H_2S) aus dem Ge-stein gelöst, aber auch Metalle und Spurenelemente, die sich bei Kontakt mit dem kalten Tiefseewasser ablagern und hohe Schloten um den Austrittsort bilden. Hier kommen verschiedene Organismen vor, wie z.B. die Röhrenwürmer (*Riftia pachyptila*, siehe Abbildung 4). Sie ernähren sich mit Hilfe von Schwefelbakterien (*Acidithiobacillus thiooxidans*), mit denen sie in Symbiose leben.

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Grün-den entfernt. Sie ist unter der Aufgabenbeschrei-bung angegebenen Quelle zu finden.

Abb. 4: Foto eines Schwarzer Raucher mit Röhrenwürmern

Material 5

Die Schwefelbakterien kommen im Inneren der Röhrenwürmer in spe-zialisierten Zellen vor, die Trophosomzellen genannt werden (siehe Ab-bildung 5.1). Die Röhrenwürmer sind auf die Bakterien angewiesen, da die Würmer weder über eine Mundöffnung noch über ein Verdauungs-system für eine eigenständige Ernährung verfügen. Sie besitzen jedoch einen Blutkreislauf. Die Röhrenwürmer nehmen über ihren Kiemenfä-cher Sauerstoff (O_2), Kohlenstoffdioxid (CO_2) und Schwefelwasserstoff (H_2S) in ihr Blut auf. So gelangen diese Stoffe über den Blutkreislauf in die Leibeshöhle und zu den Schwefelbakterien. Bei deren Stoffwechsel (siehe Abbildung 5.2) entsteht Schwefelsäure (H_2SO_4). Die Schwefel-bakterien und die Röhrenwürmer sind im Gegensatz zu den meisten anderen Lebewesen gegenüber der ätzenden Schwefelsäure nur wenig empfindlich.

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Grün-den entfernt. Sie ist unter der Aufgabenbeschrei-bung angegebenen Quelle zu finden.

Abb. 5.1: Schematische Zeichnung eines Röhren-wurms

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Sie ist unter der Aufgabenbeschrei-bung angegebenen Quelle zu finden.

Abb. 5.2: Schematische Darstellung einer Trophosomzelle mit darin ablaufenden Stoffwechsel-pro- zessen

Material 6

Die Chemosynthese der Schwefelbakterien stellt im Gegensatz zur Fotosynthese keinen Energie-gewinn für das System Erde dar; es findet nur eine Umverteilung der vorhandenen chemischen Energie statt.

Material 7

Die Schwarzen Raucher liegen weit voneinander entfernt und sind daher sehr isoliert. Einer-seits herrschen hier Temperaturextreme, denn das aus den Schloten austretende Wasser ist ca. $350^\circ C$ heiß, wohingegen das umgebende Tiefseewasser nur $4^\circ C$ kalt ist. Andererseits sind diese Bedingungen nahezu keinen Schwankungen unterworfen.

5 In der Nähe der Schwarzen Raucher wurden bei Forschungsexpeditionen bis zu 350 verschiedene Tierarten gefunden (siehe Abbildung 7). Hier finden sich verschiedene Würmerarten, wie z.B. die bis
10 zu 3 m langen Röhrenwürmer (siehe Material 4), die den Boden rund um den Schlot wie eine dicke Matte bedecken. Die mit ihnen in Symbiose lebenden Schwefelbakterien bauen Glucose auf, von der
15 sich die Röhrenwürmer ernähren. Diese Würmer werden von den sich auf ihnen aufhaltenden, winzigen Spinnenkrabben gefressen.

20 Direkt am Schlot kommen auch Pompeji-Würmer vor, die ebenfalls in Symbiose mit den Schwefelbakterien leben. Die Würmer sind nur 10 bis 15 cm lang und bauen ihre papierdünnen Wohnröhren hauptsächlich in der heißen Umgebung am Schlot. In den Wohnröhren herrschen oft Temperaturen von mehr als 80°C. Ein dauerhaftes Vorkommen bei solchen Temperaturen ist nur möglich, da die Pompeji-Würmer über hitzestabile Enzyme verfügen.

25 Zudem gibt es Tiefsee-Miesmuscheln, die sich ebenfalls mit Hilfe der Schwefelbakterien ernähren. Außerdem kommen hier Yeti-Krabben sowie Tiefsee-Oktopusse vor, die sich beide räuberisch von Würmern, Muscheln und Krabben ernähren. Die Yeti-Krabben und die Oktopusse halten sich jedoch nur zur Nahrungssuche in direkter Nähe des heißen Wassers auf und leben ansonsten eher in der kälteren Umgebung.

30

Quellen Materialien 4 bis 7: 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.; Beyer, Irmtraud et al. (Hrsg.): Natura. Leipzig (Klett) 2006, S. 129 (alle verändert); www.whoi.edu/page.do; www.spiegel.de und www.wissenschaft.de

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Sie ist unter der Aufgabenbeschreibung angegebenen Quelle zu finden.

Abb. 7: Ausgewählte Tierarten des Ökosystems Schwarzer Raucher: Pompeji-Wurm (links), Yeti-Krabben (Mitte) und Tiefsee-Oktopus (rechts), in verschiedenen Maßstäben

Schriftliche Abiturprüfung 2017

Leistungskurs Biologie

Mittwoch, 26. April 2017, 9.00 Uhr

Unterlagen für Referentin/en und Korreferentin/en

- Diese Unterlagen sind nicht für Schülerinnen und Schüler bestimmt -

Aufgabe 1

Erwartungshorizont und Bewertung nach Anforderungsbereichen

Erwarteter Inhalt	Bewertung		
	I	II	III
<p>a)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">Licht</div> <div style="font-size: 10px;">→</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center; font-size: 8px;">Umwandlung von 11-cis-Retinal zu all-trans-Retinal</div> <div style="font-size: 10px;">→</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center; font-size: 8px;">Aktivierung von Rhodopsin</div> <div style="font-size: 10px;">→</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center; font-size: 8px;">Aktivierung von Transducin</div> <div style="font-size: 10px;">→</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center; font-size: 8px;">Aktivierung der PDE (Phosphodiesterase)</div> <div style="font-size: 10px;">→</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center; font-size: 8px;">Abbau von cGMP zu GMP</div> <div style="font-size: 10px;">→</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center; font-size: 8px;">Schließen der Na⁺-Ionenkanäle</div> <div style="font-size: 10px;">→</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center; font-size: 8px;">Hyperpolarisation</div> </div> <p><i>Abweichungen in der Darstellung sind möglich. Es müssen aber alle hier genannten Aspekte berücksichtigt werden.</i></p> <p>①: b / ②: a</p> <p>Die vom Lichteinfall ausgelöste Hyperpolarisation im Außensegment wird über die Membran des Stäbchens weitergeleitet, so dass an Messpunkt ① das Potenzial b gemessen werden kann. Aufgrund der Hyperpolarisation kann der Transmitter Glutamat nicht ausgeschüttet werden. Da der Transmitter fehlt, öffnen sich die Na⁺-Ionenkanäle an der postsynaptischen Membran. Daher kommt es dort aufgrund des Einstroms von Na⁺-Ionen in die postsynaptische Zelle zur Depolarisation, sodass an Messpunkt ② das Potenzial a gemessen werden kann.</p>	6		
<p>b)</p> <p>1: Ein EPSP kann nur an den Dendriten und am Soma der Ganglienzellen vorkommen, während ein AP nur an deren Axon gemessen werden kann.</p> <p>2: Die an der Entstehung des EPSPs beteiligten Na⁺-Ionenkanäle sind transmittergesteuert und öffnen sich nur nach Bindung von Transmitter-Molekülen. Die am AP beteiligten Na⁺-Ionenkanäle sind hingegen spannungsgesteuert und öffnen sich nur bei einer überschwelligeren Depolarisation der angrenzenden Membranbereiche.</p> <p>3: Das EPSP schwächt sich bei der Weiterleitung durch Diffusion der beteiligten Ionen ab, die Amplitude bleibt also nicht vollständig erhalten. Hingegen wird das AP bei der Weiterleitung aufgrund des Alles-oder-Nichts-Prinzips immer wieder neu ausgelöst, sodass die Amplitude konstant bleibt.</p> <p>4: Die Reizstärke wird beim EPSP durch die Amplitude des Potenzials codiert, während sie beim AP durch die Frequenz der APs codiert wird.</p> <p><i>Andere Unterschiede können die hier genannten ersetzen.</i></p>		8	
<p>c)</p> <p>Tatsache 1: Licht der Wellenlänge ① wird vom Sehfärbstoff des Rot-Zapfens zu 50 % absorbiert, von dem des Grün-Zapfens jedoch zu ca. 85 %. Entsprechend unterschiedlich stark ist die von den Zellen erzeugte Erregung. Dage-</p>			

Erwarteter Inhalt		Bewertung		
		I	II	III
	<p>gen wird Licht der Wellenlänge ② vom Rot-Zapfen ebenfalls zu 50 % absorbiert, vom Grün-Zapfen aber nur zu etwa 10 %. Gäbe es nur den Rot-Zapfen, könnten die beiden Wellenlängen nicht unterschieden werden, da sie aufgrund der gleichen Absorptionsstärke beide eine gleich starke Erregung auslösen würden. Erst die gleichzeitige und unterschiedliche Information aus zwei Zapfen-Typen ermöglicht dem Gehirn die eindeutige Unterscheidung von Licht zweier Wellenlängen und damit auch die Wahrnehmung von zwei Farben.</p> <p>Tatsache 2: Stare besitzen einen vierten Zapfen-Typ, dessen Sehfärbstoff Licht mit einer Wellenlänge im Bereich von 300-400 nm absorbiert. Dadurch können sie UV-Licht wahrnehmen, das vom Gefieder der Männchen und Weibchen unterschiedlich stark reflektiert werden muss. Menschen können dies aufgrund der Filterwirkung der Linse und des fehlenden Zapfen-Typs für diese Wellenlängen nicht wahrnehmen und die Geschlechter daher im Gegensatz zu den Staren nicht am Gefieder unterscheiden. <i>Tatsache 1 kann auch anhand von Rot- und Blau-Zapfen erklärt werden.</i></p>		2	5
d)	<p>Mäusebussard: Die geringe aber relativ konstante Gelegegröße, die lange Brutdauer und Fütterungszeit sowie die hohe Lebenserwartung und die relativ geringe Populationsdichte sprechen für einen K-Strategen. Keines der Merkmale spricht für einen r-Strategen.</p> <p>Feldmaus: Die Feldmäuse haben eine hohe Wachstumsrate sowie eine geringe Lebenserwartung und ihre Populationsdichte schwankt stark. Dies spricht eher für einen r-Strategen, obwohl sie eine - wenn auch kurze - mütterliche Brutpflege und eine effektive Nutzung der Nahrungsressourcen zeigen, was Kennzeichen eines K-Strategen sind.</p> <p>Zum einen sagt die erste VOLTERRA-Regel aus, dass die Populationsdichten von Räuber und Beute periodisch schwanken. Die Schwankungen in der Gelegegröße sind beim Bussard jedoch insgesamt minimal, da sich dieser Räuber neben der Feldmaus auch von anderen Säugetieren, Reptilien und Vögeln ernährt und keine Nahrungsknappheit zu bestehen scheint. Aus diesem Grund schwankt die Populationsdichte also vermutlich kaum. Sie könnte sich allerdings in Jahren mit hoher Feldmaus-Dichte, wie z.B. 1997, durch Zuwanderung aus der Umgebung erhöhen und im Folgejahr sinken, da das Nahrungsangebot ebenfalls schwankt. Die dadurch auftretenden periodischen Schwankungen entsprechen aber nicht der ersten VOLTERRA-Regel, da Zuwanderungen dort nicht berücksichtigt werden.</p> <p>Die Populationsdichte der Feldmäuse schwankt stark und periodisch, wie es in der ersten VOLTERRA-Regel beschrieben wird. Obwohl z.B. 1997 mehr als 50 % der Nahrung der Bussarde aus Feldmäusen besteht, ist eine Reduzierung der Feldmaus-Population auf 1/10 durch einen einzigen Räuber trotzdem unwahrscheinlich, da die Mäuse teilweise unterirdisch leben und auch nachtaktiv sind. Vermutlich haben eher ungünstige Umweltfaktoren, wie z.B. ein harter Winter, zur starken Abnahme der Populationsdichte geführt, was von der VOLTERRA-Regel ebenfalls nicht berücksichtigt wird.</p> <p>Weiterhin besagt die erste VOLTERRA-Regel, dass die Dichten der beiden betrachteten Populationen zeitlich verschobene Maxima aufweisen. Da die durch Zuwanderungen erhöhte Populationsdichte beim Bussard eher zeitgleich mit jener der Feldmäuse zu erwarten ist und nicht zeitlich versetzt, entspricht dies ebenfalls nicht der Regel, nach der das Maximum der Räuberpopulation nach dem der Beutepopulation liegen müsste.</p>	2	2	

Erwarteter Inhalt		Bewertung		
		I	II	III
	Die Aussagen der ersten VOLTERRA-Regel treffen daher nicht auf das Beispiel von Mäusebussard und Feldmaus zu. <i>Andere sinnvoll gewählte und mit dem Material belegte Argumente können die hier genannten ersetzen.</i>	2	5	6
Verteilung der insgesamt 50 Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche		10	25	15

Quellenangaben

Abituraufgabe Leistungsfach Biologie, Aufgabe 1. Thüringen, 2004.
 Abituraufgabe Leistungskurs Biologie, Aufgabe 1. Hessen, 2014.
 Bayrhuber, H. et al. (Hrsg.): Linder Biologie Gesamtband. Braunschweig (Bildungshaus) 2010.
 Bayrhuber, H. et al. (Hrsg.): Linder Biologie Abi-Aufgabentrainer. Braunschweig (Bildungshaus) 2013.
 Jungbauer, W. (Hrsg.): Aufgabenhandbuch Biologie Band 2 Ökologie. Köln (Aulis) 2010.
<http://m.rgbimg.com/cache1vytHa/users/s/se/seepsteen/600/okY6XDG.jpg>
<http://biology.stackexchange.com/questions/34317/what-portion-of-the-electromagnetic-spectrum-do-cats-see>
http://people.eku.edu/ritchisong/Absorption_peaks.jpg
www.planetofbirds.com/Master/ACCIPITRIFORMES/Accipitridae/pics/Common%20Bussard.gif
www.uv.es/zoobot/excrementos/images/imagtranspa/Ficha13Microtusarvalis.png

Aufgabe 2 Erwartungshorizont und Bewertung nach Anforderungsbereichen

Erwarteter Inhalt		Bewertung		
		I	II	III
a)	<p>Aufgrund ihres Konzentrationsgefälles und der Ladungsverhältnisse diffundieren ständig einige Na⁺-Ionen in die Nervenzelle, obwohl die Membran einer unerregeten Nervenzelle nur eine sehr geringe Durchlässigkeit für diese Ionen besitzt. Dieser sogenannte Leckstrom ermöglicht den Ausstrom weiterer K⁺-Ionen. Dadurch würde allmählich das Konzentrationsgefälle der beteiligten Ionen ausgeglichen und das Ruhepotenzial könnte nicht aufrecht erhalten werden. Diesem Prozess wirkt die Natrium-Kalium-Ionenpumpe entgegen, welche unter Verbrauch von ATP K⁺-Ionen nach innen und Na⁺-Ionen nach außen pumpt.</p> <p><i>In der Schemazeichnung der Natrium-Kalium-Ionenpumpe sollen folgende Aspekte im richtigen Zusammenhang dargestellt und beschriftet sein:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Membranprotein in einer Lipid-Doppelschicht - spezifische Bindungsstellen für Na⁺-Ionen, K⁺-Ionen und ATP an diesem Protein - Anzahl der Bindungsstellen an diesem Protein: drei für Na⁺-Ionen, zwei für K⁺-Ionen und eine für ATP 	6		
		4	2	
b)	<p>Ein schwacher Schmerzreiz führt in der Membran der freien Nervenendigungen der Nozizeptoren zur Öffnung von Na⁺-Ionenkanälen. Die dadurch ausgelöste unterschwellige Depolarisation bewirkt an der Auslösungszone eine schnelle Öffnung der Na_v1.7-Ionenkanäle. Allerdings reicht die alleinige Öffnung der Na_v1.7 nicht, um APs auszulösen. Der Einstrom der Na⁺-Ionen führt jedoch dazu, dass sich das Membranpotenzial dem Schwellenwert nähert. Wird der Bereich des Schwellenwertes beinahe erreicht, öffnen sich nun die Na_v1.8. Da diese lange geöffnet bleiben und sich nur langsam schließen, kommt es zu einem starken Einstrom von Na⁺-Ionen, so dass trotz der geringen Reizstärke viele APs ausgelöst werden. Diese werden ins Gehirn weitergeleitet, so dass der schwache Reiz deutlich wahrgenommen wird.</p> <p>Bei den Hausmäusen können nach der Verabreichung des Skorpiongiftes mehr APs in den Nozizeptoren gemessen werden, als bei dem Kontrollversuch. Das Gift muss also bei ihnen an den Na_v1.7 je nach Dosierung eine stärkere Aktivierung bewirken, so dass die Depolarisation näher am Schwellenwert liegt und durch die darauf folgende Aktivität der Na_v1.8 mehr APs erzeugt werden, die im Gehirn zur Wahrnehmung von stärkeren Schmerzen führen, als nur durch den Einstich der Spritze.</p> <p>Im Gegensatz zu den Hausmäusen werden bei Grashüpfermäusen bei höherer Giftkonzentration weniger APs ausgelöst. Bei den Grashüpfermäusen aktiviert das Gift wahrscheinlich ebenfalls die Na_v1.7. Allerdings sind bei dieser Mausart die Na_v1.8 in ihrer räumlichen Struktur vermutlich so verändert, dass das Skorpiongift auch an ihnen wirkt. Das Gift muss hier allerdings die Öffnung der Kanäle verhindern, da weniger APs erzeugt werden. Je höher die Giftkonzentration ist, desto mehr Na_v1.8 sind blockiert und desto weniger APs werden ausgelöst. Bei den Grashüpfermäusen wirkt das Skorpiongift daher wahrscheinlich sogar schmerzlindernd.</p>		5	5
			4	8
c)	<p>AC frisst die Eier und Jungtiere der Seidenspinne, daher liegt hier eine Räuber-Beute-Beziehung vor. AC findet ihre Beute im eigenen Netz aber auch in dem der Seidenspinne. Die gefangenen kleinen Insekten gehören jedoch</p>			

Erwarteter Inhalt		Bewertung		
		I	II	III
	<p>nicht zum Nahrungsspektrum der Seidenspinne, so dass es zwischen den beiden Arten nicht zu interspezifischer Konkurrenz um Nahrung kommt. AE frisst gemeinsam mit der Seidenspinne von deren Nahrung. Hinzu kommt, dass AE keine eigenen Netze spinnt, sondern vor allem das der Seidenspinne nutzt. Dies schadet der Seidenspinne vermutlich nicht, stellt jedoch einen Vorteil für AE dar, da diese so Energie für das Spinnen spart. Zwischen diesen beiden Arten liegt daher eine Form von Parasitismus vor, da nur AE von dieser Beziehung Vorteile hat.</p> <p>AC und AE erbeuten beide kleine Insekten und stehen daher in interspezifischer Konkurrenz um Nahrung. Allerdings nehmen AC und AE sich gegenseitig im Netz kaum wahr und beide sind zu unterschiedlichen Tageszeiten aktiv. Während AC hauptsächlich nachtaktiv ist, ist AE eher am Tag aktiv. Außerdem suchen sie an unterschiedlichen Stellen im Netz nach Nahrung. Während AE meist im gesamten Netz aktiv ist und das Zentrum meidet, sucht AC auch dort nach Nahrung. Hinzu kommt, dass beide Diebsspinnen neben kleinen Insekten auch noch andere Nahrung zu sich nehmen. Somit haben sie leicht unterschiedliche ökologische Nischen, wodurch die interspezifische Konkurrenz im selben Habitat reduziert ist.</p>		14	2
Verteilung der insgesamt 50 Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche		10	25	15

Quellenangaben

Abituraufgabe, Leistungskurs Biologie, Aufgabe 2. NRW, 2015.

Jin-Sung Choi and Stephen G. Waxman: Physiological interactions between Nav1.7 and Nav1.8 sodium channels: a computer simulation study. In: J Neurophysiol, H. 106, 2011, S. 3173–3184.

Klemmstein, W.: Diebe im Netz. In: Unterricht Biologie, H. 196, 1994, S. 49f.

http://www.planet-wissen.de/natur/insekten_und_spinnentiere/spinnen/

http://www.wissenschaft.de/home/-/journal_content/56/12054/2360698/Maus-frisst-Skorpion/

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24159039>

<http://www.spektrum.de/news/eine-grashuepfermaus-kennt-keinen-schmerz/1180989>

http://www2.medizin.uni-greifswald.de/pathophys/fileadmin/user_upload/Lehre_frei_verfuegbar/seminar_molekulare_neurowissenschaften/seminarthemen/2a_Ionenkanale.pdf

<http://www.toxinfo.org/toxinfo/db/frameset.php?genic=CENTRUROIDES+SP.>

http://tierdoku.com/index.php?title=Argyrodes_flavescens

<http://tierdoku.com/index.php?title=Diebsspinne>

http://tierdoku.com/index.php?title=Nephila_clavipes

<http://cdn3.spiegel.de/images/image-559462-galleryV9-ovmj-559462.jpg>

http://www.2-0.scienceticker.info/wp-content/uploads/2008/06/istockphoto_schwarze-witwe_300.jpg

<https://www.flickr.com/photos/spiderman/3394902472/in/photolist-6aZLef-8uuEBu-543tiX-67dMvk-5FAQ2r-68ZSjF-2N7ybX-Z782d-eKmvXG-W36Rt-7XxcPV-h3dLfd-6aGFDJ-b51cxP-8AxBXi-fvvpBh-543tjp-8hz7F4-8urygt-b5AXQZ-7XxcPZ-2XwXQv-H9DJ7i-8P4KEa-6aZLej-KGtBy-BrnWnB-hyyea9-b5AYmB-2N7z6c-b5AXwT-8qv3Ni-sgedBf-gmXty2-Cp44FQ-a2ohbQ-a6seez-hjxHJP-9yogvk-oW92QS-92uaVF-oxc1Sx-gad-MQL-pbb4Fh-a6xvtC-a6sefD-ij6CNj-a6seoH-oYqw8x-4LoFJJ/>

<http://view.stern.de/de/picture/2491584/skorpion-skorpion-210.jpg>

https://viamedici.thieme.de/api/images/l/t/o/r/e/n/physio_014700_nozizeptoren.png

Aufgabe 3 Erwartungshorizont und Bewertung nach Anforderungsbereichen

Erwarteter Inhalt		Bewertung		
		I	II	III
a)	<p>①: Stromathylakoid ④: äußere Membran ②: Granathylakoid ⑤: innere Membran ③: Stroma 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>Durch die Auswahl der Module mit blauem Glas kann eine höhere Fotosyntheseleistung und damit eine höhere Biomasseproduktion erreicht werden als bei grünen Modulen. Dies liegt daran, dass in den Algen die Absorption von blauem Licht durch z.B. Chlorophyll erfolgt, das bei diesen Wellenlängen das größte Wirkungsspektrum hat. Grünes Licht hingegen kann mangels entsprechender Pigmente von den Algen kaum absorbiert werden und wird zum größten Teil reflektiert. Die absorbierte Energie des blauen Lichts kann bei der Fotosynthese zum Aufbau von Glucose genutzt werden, welche wiederum die Grundlage für das Algenwachstum und damit die Biomasseproduktion ist. Die Entscheidung der Architekten ist somit richtig.</p>		3	5
c)	<p>Beide Synthesewege haben gemeinsam, dass die Energie zunächst in der Zelle in einem Zwischenschritt in Form von ATP und NADPH₂ vorliegt, die dann in beiden Reaktionen im Rahmen des CALVIN-Zyklus zum Aufbau von Glucose unter Verbrauch von CO₂ genutzt wird.</p> <p>Die Chemosynthese der Schwefelbakterien läuft im Gegensatz zur Fotosynthese bei Pflanzen unabhängig von direktem Sonnenlicht ab. Die Bakterien beziehen ihre Energie mit Hilfe der Chemosynthese aus dem Schwefelwasserstoff. Bei der Fotosynthese wird mit Hilfe der Fotolyse von Wasser die Energie des Sonnenlichts genutzt. Als Abfallprodukt entsteht bei der Chemosynthese Schwefelsäure, während das Abfallprodukt der Fotosynthese O₂ ist.</p> <p><i>Andere Aspekte können die hier genannten ersetzen. Es sollen aber jeweils mehrere Gemeinsamkeiten und Unterschiede genannt werden.</i></p> <p>Während der Fotosynthese wird die Energie des Sonnenlichts in dem organischen Stoff Glucose fixiert. Damit wird dem System Erde ständig Energie von außen zugeführt, die den heterotrophen Organismen dann zur Verfügung steht. Dagegen nutzen Schwefelbakterien die auf der Erde bereits in anorganischen Stoffen, wie z.B. Schwefelwasserstoff, vorhandene Energie für die Synthese von Glucose. Damit kommt es nicht zu einem Energiegewinn für das System Erde. Die Aussage ist demzufolge richtig.</p>	2	4	
			2	3

Erwarteter Inhalt		Bewertung		
		I	II	III
d)	<p>Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Sie ist unter der Aufgabenbeschreibung angegebenen Quelle zu finden.</p> <p><i>Das andere Ökosystem kann frei gewählt werden. Die vergleichenden Aspekte müssen je nach gewähltem Ökosystem als Unterschied oder Gemeinsamkeit eingeordnet werden. Andere vergleichende Aspekte können die hier genannten ersetzen.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Bereitstellung von Energie:</i> Im Ökosystem Schwarzer Raucher erfolgt die Glucoseproduktion in den Primärproduzenten mittels Chemosynthese. - <i>Abiotische Faktoren:</i> Aufgrund seiner abgeschiedenen Lage unterliegt das Ökosystem nur geringen Schwankungen, da es nicht von klimatischen Veränderungen betroffen ist oder jahreszeitlichen Veränderungen unterliegt. - <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. 	3	3	
		2	7	5
Verteilung der insgesamt 50 Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche		10	25	15

Quellenangaben

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.
Abituraufgabe Biologie, Profil-/Neigungsfach, Aufgabe III. Baden-Württemberg, 2015.
Beyer, I. et al. (Hrsg.): Natura Biologie für Gymnasien – Lehrerband Stoffwechsel. Leipzig (Klett), 2006.
Bickel, Horst et al.: Natura, Biologie für Gymnasien, Oberstufe. Leipzig (Klett), 2005.
Seidel, Sabine: Geographie Infothek, Infoblatt Black Smoker. Leipzig (Klett), 2004.
<http://ais.badische-zeitung.de/piece/02/42/62/83/37905027.jpg>
www.colt-info.de/news-reader/bioreaktoren-fassade-als-energie-lieferant.html
www.welt.de/wissenschaft/article13800347/Yeti-Krabben-schwitzen-neben-fahlem-Oktopus.html
www.who.edu/page.do?pid=7545&tid=441&cid=142656&ct=61&article=98609
www.marine-biotechnologie.de/marine/index.php/bacterial-symbiont-of-riftia-pachyptila.html
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/