

## Aufgabe 1

### Themenbereich: Kommunikation

#### Behandlungen von Erkrankungen des Nervensystems

Die Medizin hat in den letzten Jahren große Fortschritte in der Behandlung von Erkrankungen des Nervensystems gemacht. Diese Fortschritte hängen mit dem immer besser werdenden Verständnis von Strukturen und Prozessen im Nervensystem zusammen. So gibt es mittlerweile Medikamente, die gegen bestimmte Leiden, wie z. B. Krampfanfälle oder Atemnot, wirken.

**Die Abbildung ist aus urheberrechtlichen Gründen entfernt**

- a) Skizzieren Sie den Verlauf eines Aktionspotentials und geben Sie die einzelnen Phasen an.  
Geben Sie begründet, unter Einbezug der Kanalkonformation sowie Ladungsverteilung, für die Bilder ① bis ④ aus Abbildung 1 jeweils eine Phase im Kurvenverlauf des Aktionspotenzials an (Material 1).  
[19 BE]
- b) Erklären Sie auf molekularer Ebene die Wirkungsweise des Medikaments zur Verringerung des Atemwegwiderstandes (Material 2).  
[7 BE]
- c) Werten Sie zunächst den Versuch aus Material 3 aus.  
Stellen Sie anschließend eine begründete Hypothese auf, aus welchem Grund das Experiment geplant wurde (Material 3).  
[7 BE]
- d) Erklären Sie die Ergebnisse der Elektroneurographie. Werten Sie dazu Material 4 aus.  
[7 BE]

#### Hinweis:

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

Quellen:  
NATURA Abiturtraining, 2019  
Abituraufgaben Bayern 2013, Thüringen 2016 und Baden-Württemberg 2016

### Material 1

Im Verlauf eines Aktionspotenzials nehmen spannungsgesteuerte  $\text{Na}^+$ -Kanäle in der Membran von Nervenzellen verschiedene Konformationen ein (siehe Abbildung 1, in beliebiger Reihenfolge). Dabei gibt es zwei Segmente, die den Kanal geschlossen halten können. Das Innensegment, welches im Inneren des  $\text{Na}^+$ -Kanals liegt und das Außensegment, welches wie eine Klappe den Kanal verschließen kann. Bei einer Reizung der Nervenzelle kommt es zu einer vorübergehenden Kanalöffnung. Auf die Aktivierung der Kanäle erfolgt nach wenigen Millisekunden die Inaktivierung. Nach der Inaktivierung durchläuft ein Kanal eine Refraktärzeit, in der er nicht erneut aktiviert werden kann. Erst nach dem Ende, mit dem Übergang vom inaktivierten in den geschlossenen Zustand, können  $\text{Na}^+$ -Kanäle wieder geöffnet werden.

**Die Abbildung ist aus urheberrechtlichen Gründen entfernt**

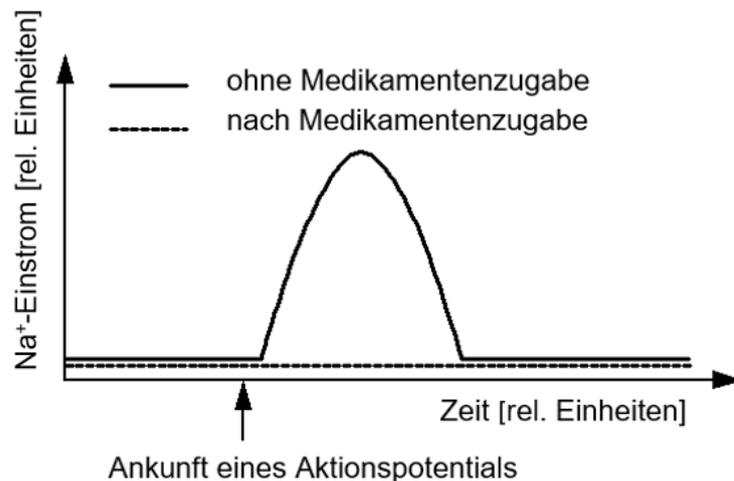
**Abb. 1:** Verschiedene Konformationen spannungsgesteuerter  $\text{Na}^+$ -Kanäle

### Material 2

Die Kontraktion sowie die Entspannung von Muskeln wird vorwiegend durch das Nervensystem gesteuert.

Bei einem sogenannten Lungenemphysem kommt es zu einer Überdehnung der kleinsten, luftgefüllten Strukturen in der Lunge, sodass die Bronchienwege verengt werden. Dagegen werden u. a. bronchienerweiternde Medikamente zur Inhalation verabreicht. Deren Wirkungsort liegt an den Synapsen von Nerven, die die Kontraktion der Bronchialmuskulatur und damit die Verengung der Bronchien bewirken.

Der Wirkstoff solcher Medikamente besetzt reversibel die Acetylcholin-Rezeptoren der postsynaptischen Membran. Das Versuchsergebnis zur Wirkungsweise des Medikaments ist in Abbildung 2 dargestellt.



**Abb. 2:** Ergebnis der Untersuchung des  $\text{Na}^+$ -Einstroms an der postsynaptischen Membran

### Material 3

An Nervenfasern von Ratten testen Forscher die Wirkung des Proteins Chondroitinase ABC. In einer Untersuchung wurden die Nervenzellen einmal mit Chondroitinase ABC und einmal mit einem Kontrollprotein behandelt. Danach wurde über mehrere Tage das Längenwachstum der Nervenzellen dokumentiert. Die Ergebnisse sind in Abbildung 3 dargestellt.

**Die Abbildung ist aus urheberrechtlichen Gründen entfernt**

**Abb. 3:** Längenwachstum der Nervenzellen in Gegenwart von Chondroitinase ABC sowie eines Kontrollproteins

### Material 4

Das Guillain-Barré-Syndrom (GBS) ist eine Autoimmunerkrankung des Nervensystems. Bei betroffenen Personen ist ein erhöhter Antikörper<sup>1</sup>-Wert gegen Myelin nachweisbar und ein veränderter Durchmesser der myelinisierten Nervenfasern messbar. Durch eine Elektroneurographie wird die Fähigkeit eines Neurons untersucht, elektrische Impulse fortzuleiten und damit einen Muskel stimulieren zu können. Bei dieser Messung wird die Nervenleitgeschwindigkeit (NLG) festgestellt, die eine Nervenerregung benötigt, um einen Muskel zu stimulieren. Dabei wird ein Axon an einer Stelle A überschwellig gereizt. Anschließend wird die Zeit gemessen, bis die Impulse an einer zweiten Stelle B des Axons messbar sind. Die Abbildung 4 zeigt die Ergebnisse der Messungen bei einer betroffenen im Vergleich zu einer nicht betroffenen Person.

**Abb. 4:** Ergebnisse der Elektroneurographie

---

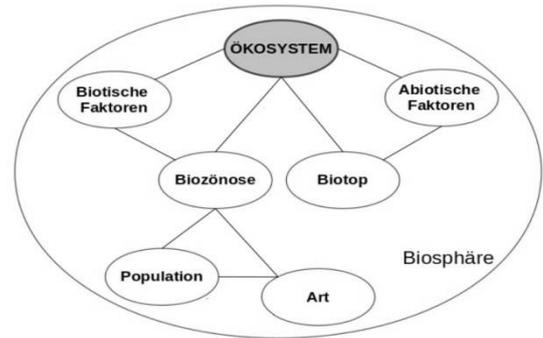
<sup>1</sup> Antikörper sind vom Immunsystem gebildete Eiweißmoleküle zur Bekämpfung von Krankheitserregern, anderen Fremdstoffen oder körpereigenen Stoffen (bei Immunerkrankungen).

## Aufgabe 2

### Themenbereiche: Ökofaktoren Kommunikation

#### Ökosysteme und Umweltfaktoren

In der Natur sind die Umweltfaktoren selten konstant. Jede Art besitzt daher eine bestimmte Toleranz gegenüber der Veränderung eines Umweltfaktors. Einige Arten besitzen besondere Fähigkeiten, so dass sie besser auf bestimmte Umweltreize reagieren als andere Arten. Es können sich auch die Wechselbeziehungen zwischen den Arten in einem Ökosystem ändern, so dass eine bestimmte Art in ihrem Bestand dezimiert wird oder sogar ausstirbt. Zum Schutz der Biodiversität ist es daher wichtig die Wechselbeziehungen zwischen den Arten, deren besondere Fähigkeiten und die auf sie wirkenden Umweltfaktoren zu verstehen.



- a) Zeichnen Sie ein Nahrungsnetz mit allen in Material 1 genannten Organismen. [5 BE]
- b) Beschreiben Sie die dargestellten Toleranzkurven unter Verwendung der Fachbegriffe und beurteilen Sie das jeweils mögliche Vorkommen der drei Flohkrebsarten in den Gebieten ① bis ③ (Material 2). [8 BE]
- c) Begründen Sie das gemeinsame Vorkommen der zwei Haiarten im Indischen Ozean. Werten Sie dazu Material 3 aus. [7 BE]
- d) Erläutern Sie anhand von Abbildung 4.2 die Signaltransduktion der Haarsinneszelle auf molekularer Ebene bei Wasserbewegung von links nach rechts (Material 4). [10 BE]
- e) Werten Sie ausführlich die in Tabelle 5 dargestellten Messergebnisse aus (Material 4 und 5). [10 BE]

#### Hinweis:

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

#### Quellen:

Abituraufgaben Biologie Nachschreiber, Hessen, 2012; Bayern, 2017 und Niedersachsen, 2018  
<https://www.fischlexikon.eu> (17.08.2020)

### Material 1

Meeresriffe sind eigene Ökosysteme. Dort existieren zahlreiche Algen, welche von Kleinkrebsen gefressen werden. Diese bilden wiederum die Nahrungsgrundlage für Korallen, die von Falterfischen abgeweidet werden. Großkrebse, wie z. B. Langusten, ernähren sich, wie die sich zwischen den Korallen versteckenden Doktorfische, von Kleinkrebsen. Die ebenfalls im Riff lebenden Grauen Riffhaie ernähren sich von sämtlichen Fischarten und von Langusten.

Die Abbildung ist aus urheberrechtlichen Gründen entfernt

Abb. 1: Korallenriff

### Material 2

Flohkrebse (*Amphipoda*; siehe Abbildung 2.1) kommen in allen Weltmeeren vor und sind Weidegänger, die sich hauptsächlich von Algen ernähren. In der Ostsee wurden mehrere unterschiedliche Arten entdeckt, deren Verbreitung zunächst unbekannt war. Ein wichtiger Umweltfaktor ist der Salzgehalt der Ostsee. Dieser setzt sich aus dem Salzwasser der Nordsee, dem abfließenden Süßwasser der Flüsse und dem Regenwasser zusammen. Es konnten Gebiete in der Ostsee mit unterschiedlichem Salzgehalt im Jahresmittel bestimmt werden (siehe Abbildung 2.2).

Die Abbildung ist aus urheberrechtlichen Gründen entfernt

Abb. 2.1: Flohkrebse

Die untersuchten Meeresgebiete sind von West nach Ost: das Kattegat vor Dänemark (Gebiet ①), die Arkonasee vor Rügen (Gebiet ②) und das Bottenwiek (Gebiet ③) vor Finnland. Um die Toleranz der drei verschiedenen Flohkrebarten (*Gammarus*) gegenüber dem Salzgehalt im Wasser zu bestimmen, wurden diese im Labor über mehrere Generationen in Wasserbecken mit unterschiedlichen Salzgehalten aufgezogen. Dabei wurde jede Art einzeln kultiviert und ihre prozentuale Überlebensrate bestimmt. Das Ergebnis dieser Versuche ist in Abbildung 2.3 dargestellt

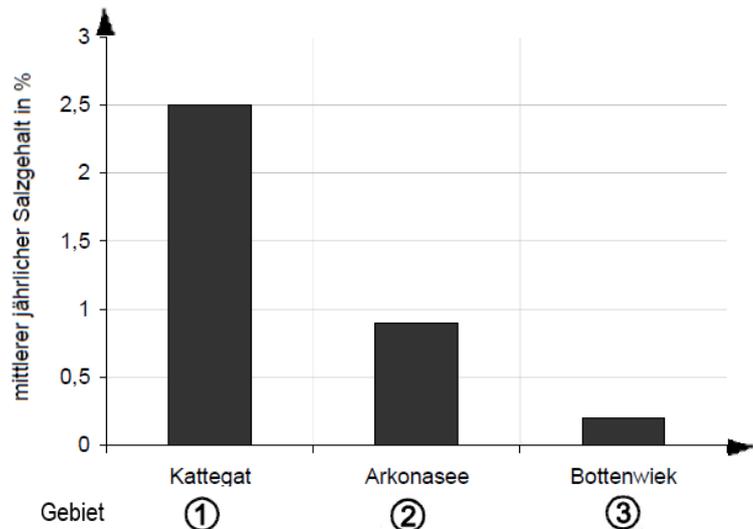


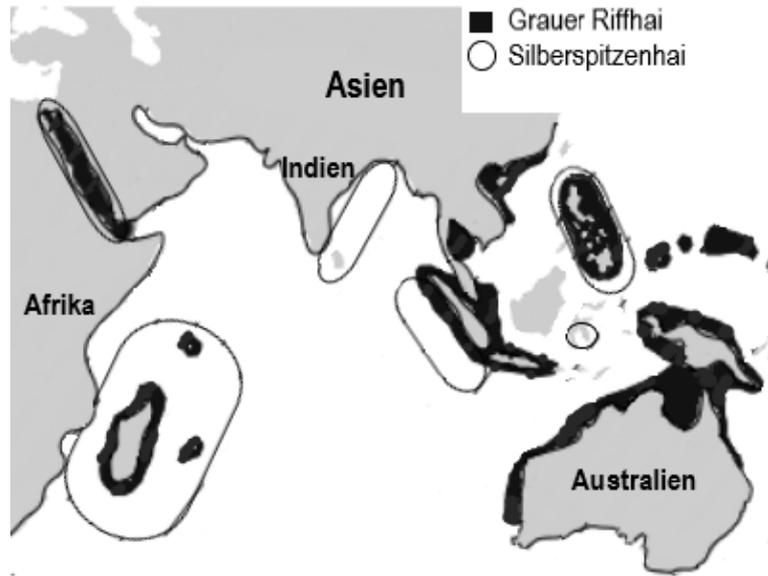
Abb. 2.2: Regionaler Salzgehalt in der Ostsee

Die Abbildung ist aus urheberrechtlichen Gründen entfernt

Abb. 2.3: Überlebensrate der Flohkrebse in unterschiedlichen Salzgehalten

**Material 3**

Im Indischen Ozean kommen die Grauen Riffhaie (*Carcharhinus amblyrhynchos*, GR) sowie die Silberspitzenhaie (*Carcharhinus albimarginatus*; SH) vor (siehe Abbildung 3.1). Sie besitzen die in Tabelle 3.2 dargestellten Merkmale.



**Abb. 3.1:** Vorkommen der Haiarten im Indischen Ozean

Haiart	Merkmale
Grauer Riffhai	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gewicht bis zu 19 kg; Länge maximal 1,80 m</li> <li>• jagen bis maximal 280 m Wassertiefe</li> <li>• leben überwiegend in Lagunen und an Riffen</li> <li>• ernähren sich vorwiegend von kleinen Riffische</li> </ul>
Silberspitzenhai	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gewicht bis zu 160 kg; Länge maximal 3 m</li> <li>• jagen bis maximal 800 m Wassertiefe</li> <li>• halten sich meist auf offener See auf</li> <li>• ernähren sich vorwiegend von großen Fischarten</li> </ul>

**Tab. 3.2:** Ausgewählte Merkmale der beiden Haiarten

#### Material 4

Wie alle Fische besitzen auch Haie Seitenlinienorgane (siehe Abbildung 4.1), mit denen sie Informationen über die Richtung und Stärke von Wasserströmungen sowie über Größe, Position und Bewegungsrichtung anderer Tiere wahrnehmen können. Diese Seitenlinienorgane sind flüssigkeitsgefüllte Kaliumionenhaltige Röhren unter der Oberhaut. In diese ragen die Stereocilien bestimmter Haarsinneszellen hinein. Nachgeschaltete afferente Fasern leiten mit Hilfe von Aktionspotenzialen (AP) Informationen zum zentralen Nervensystem. Zudem gibt es efferente Fasern, die bei Eigenbewegung des Hais auf die Haarsinneszellen einwirken, indem sie AP zu den Haarsinneszellen leiten (siehe Abbildung 4.2).

**Die Abbildung ist aus urheberrechtlichen Gründen entfernt**

**Abb. 4.1:** Grafische Darstellung des Seitenlinienorgans

**Die Abbildung ist aus urheberrechtlichen Gründen entfernt**

**Abb. 4.2:** Schematische Darstellung der Signaltransduktion einer Haarsinneszelle (A und B)

#### Material 5

In einer Versuchsreihe wurde die Funktion der Haarsinneszellen des Seitenlinienorgans eines Grauen Riffhais untersucht. Dabei wurden folgende Messungen durchgeführt:

- Messung A: • Der ruhende Hai befindet sich im Wasser. Das Wasser ist unbewegt.  
Messung B: • Der ruhende Hai befindet sich im Wasser. Das Wasser ist leicht in Bewegung. Die Cilien werden in Richtung der größten Stereocilie abgelenkt.  
Messung C: • Der Hai schwimmt. Die Cilien werden in Richtung der größten Stereocilie abgelenkt.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 dargestellt.

Messung	Membranpotenzial der Haarsinneszelle [mV]	AP-Frequenz am afferenten Neuron	AP-Frequenz am efferenten Neuron
A	- 60	mäßig	keine
B	- 40	hoch	keine
C	- 60	mäßig	mäßig

**Tab. 5:** Messergebnisse

### Aufgabe 3

#### Themenbereich: Ökofaktoren

##### Tieren und Pflanzen in alpinen Lebensräumen

Alpine Lebensräume sind von vielen verschiedenen Organismen bewohnt. Die Anpassungen an diesen Lebensraum können dabei ganz unterschiedlich sein. Sowohl Tiere als auch Pflanzen nutzen zur Energiegewinnung den zellulären Vorgang des Stoffabbaus: die Zellatmung. Am Ende gewinnt die Zelle nicht nur ATP als universelle chemische Energiequelle, sondern auch immer Energie in Form von Wärme.

**Die Abbildung ist aus  
urheberrechtlichen Gründen  
entfernt**

- a) Erläutern Sie kurz die in Material 1 angegebenen Merkmale des Alpenmurmeltiers als Anpassungen an den alpinen Lebensraum. Geben Sie dazu auch den Inhalt der jeweiligen Klimaregel an (Material 1). [6 BE]
- b) Erläutern Sie die jeweiligen Wechselbeziehungen zwischen den in Material 2 dargestellten Organismen. [6 BE]
- c) Beschreiben Sie zunächst anhand von Abbildung 3.2 die Wärmefreisetzung in den Mitochondrien des Stinkkohls (Material 3).  
Erläutern Sie anschließend zwei Vorteile des Einsatzes der alternativen Atmungskette des Stinkkohls an seinem natürlichen Standort (Material 3). [14 BE]
- d) Nehmen Sie kurz Stellung zu der Aussage des Wissenschaftlers (Material 3 und 4). [4 BE]
- e) Begründen Sie den Kurvenverlauf in Abbildung 5 (Material 5). [10 BE]

##### Hinweis:

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

##### Quellen:

Abituraufgabe Biologie, Thüringen, 2019; Hessen, 2013  
Beier, M. u.a.: Markl Biologie Oberstufe Klett (Leipzig), 2019  
<https://tiergarten.nuernberg.de>, [www.steinundkraut.de](http://www.steinundkraut.de), [www.wissenschaft.de](http://www.wissenschaft.de)

### Material 1

Alpenmurmeltiere (*Marmota marmota*, siehe Abbildung 1) sind mit dem Eichhörnchen verwandte Nagetiere. Sie kommen in alpinen Regionen bis zu einer Höhe von 3200 m vor. Als Anpassungen an den alpinen Lebensraum weisen Murmeltiere unter anderem einen gedrungenen Körper sowie kleine Ohren als Merkmale auf.

**Die Abbildung ist aus urheberrechtlichen Gründen entfernt**

**Abb. 1:** Alpenmurmeltier

### Material 2

Thymian (*Thymus pulegioides*) ist ein Strauch, der ca. 5 bis 25 cm hoch wird und im gesamten Alpenraum bis in Höhen von 2000 m vorkommt. Der Nektar von Thymian-Blüten stellt für den Thymian-Ameisenbläuling (siehe Abbildung 2) die bevorzugte Nahrung dar. Im Frühjahr legen die Weibchen des Schmetterlings jeweils ein Ei in die Blüte des Thymians. Nach einer Woche schlüpfen die Raupen und fressen die Blütenblätter sowie alle anderen Blätter des Thymians. Am Ende ihrer Entwicklung im Spätsommer lassen sich die Raupen zu Boden fallen und locken mit einem speziellen Duftstoff Knotenameisen an. Diese tragen die Raupen in ihren Bau, wo sie den Winter verbringen und dabei einen Teil der Larven und Puppen der Ameisen fressen. Die Raupen sondern dabei einen energiereichen Honigtau ab, den die Ameisen bei Nahrungsknappheit fressen. Im folgenden Frühjahr schlüpfen die neuen Schmetterlinge und verlassen den Ameisenbau.

**Die Abbildung ist aus urheberrechtlichen Gründen entfernt**

**Abb. 2:** Thymian-Ameisenbläuling

### Material 3

Die in kalten und schneereichen Regionen vorkommende Pflanze Stinkkohl (*Symplocarpus foetidus*, siehe Abbildung 3.1) weist während ihrer Blütezeit im Januar und Februar in ihrem Blütenstiel und der Blüte Temperaturen von 15° bis 35°C über der Umgebungstemperatur auf. Diese höheren Temperaturen bewirken, dass aus der Blüte ein aasähnlicher Geruch verströmt, der Insekten wie z. B. Fliegen anlockt.

**Die Abbildung ist aus urheberrechtlichen Gründen entfernt**

**Abb. 3.1:** Stinkkohl

Die Zellen des Blütenstiels und der Blüte des Stinkkohls sind besonders reich an Mitochondrien. Diese Mitochondrien besitzen grundsätzlich die gleichen Proteine wie tierische Mitochondrien. Die Stinkkohl-Mitochondrien verfügen jedoch zusätzlich über eine alternative Atmungskette. Die beteiligten Proteinkomplexe sowie die Prozesse der alternativen Atmungskette sind in Abbildung 3.2 dargestellt und optisch hervorgehoben.

**Die Abbildung ist aus urheberrechtlichen Gründen entfernt**

**Abb. 3.2:** Vorgänge der alternativen Atmungskette (dunkel eingefärbt) beim Stinkkohl

Hinweis: Die römischen Zahlen I bis IV bezeichnen die Komplexe der Atmungskette.

#### Material 4

In verschiedenen Fachpublikationen kann man folgende Aussage des japanischen Wissenschaftlers Takanori Ito lesen:

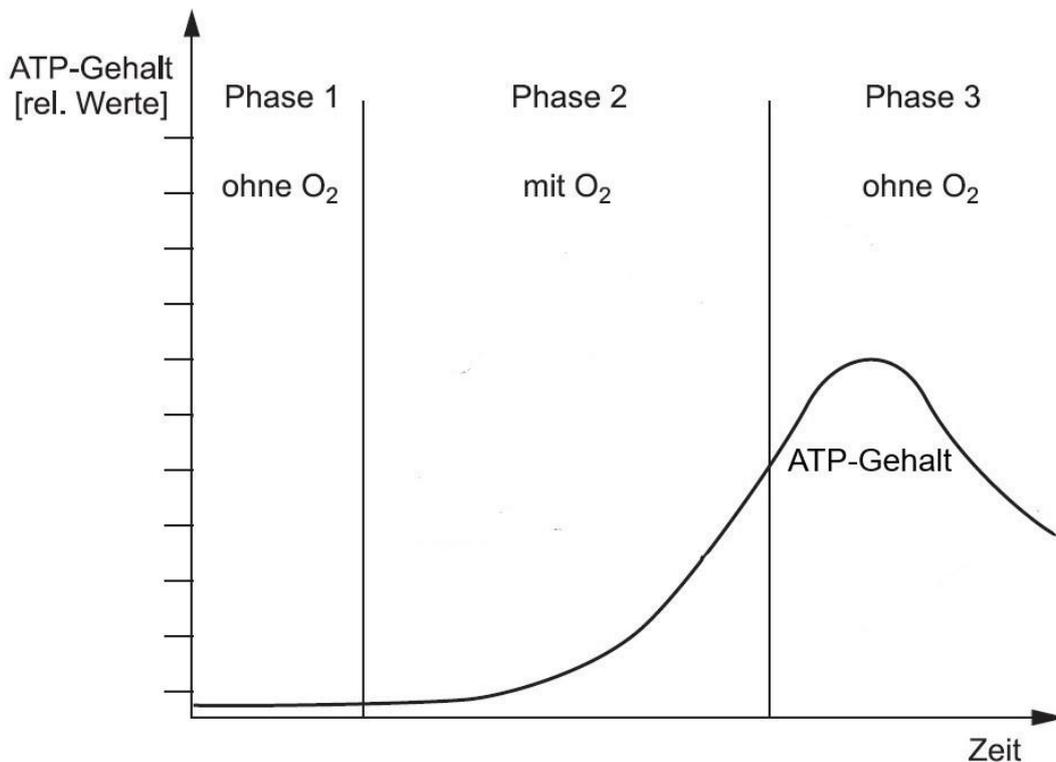
„Der Stinkkohl ist ein Beispiel für sogenannte endotherme Pflanzen, die in den Mitochondrien ihres Blütenstiels und der Blüte Wärme erzeugen und dadurch deren Temperatur konstant halten können.“

Zitat verändert aus: <https://www.wissenschaft.de/umwelt-natur/warme-pflanze/> (30.09.2020)

#### Material 5

Um mehr über die reguläre Zellatmung zu erfahren, wurde eine Versuchsreihe mit isolierten Mitochondrien aus tierischen Zellen durchgeführt. In den Versuchsansatz wurde neben diesen Mitochondrien noch Brenztraubensäure (Pyruvat) sowie ADP und Phosphat gegeben.

Im Versuchsablauf gab es zwei Phasen ohne Sauerstoffzufuhr (Phase 1 und 3) und eine Phase mit Sauerstoffzufuhr (Phase 2). Die Messung in Phase 1 startete, nachdem jeglicher noch vorhandener Sauerstoff durch Stoffwechselprozesse verbraucht worden war. Der ATP-Gehalt wurde über die gesamte Versuchsdauer gemessen. Die Ergebnisse sind in Abbildung 5 dargestellt.



**Abb. 5:** ATP-Gehalt in isolierten Mitochondrien in Abhängigkeit vom Sauerstoffangebot

## Schriftliche Abiturprüfung 2021 im dritten Prüfungsfach

### Grundkurs Biologie

Dienstag, 11. Mai 2021 - 9.00 Uhr

---

Unterlagen für Referent:innen und Korreferent:innen

- Diese Unterlagen sind nicht für Schüler:innen bestimmt -

---

#### Diese Unterlagen enthalten ...

- Allgemeines,
  - Erwartungshorizonte, Bewertungen und Korrekturhinweise zu den Aufgaben,
  - keine Aufgabenstellungen – Ihre Exemplare entnehmen Sie bitte den Schüleraufgaben – ,
  - einen Protokollbogen zur Auswahl der Aufgaben für die Prüfungsakten Ihrer Schule,
  - einen Rückmeldebogen für die Zentralabiturkommission zur Auswahl der Aufgaben.
- 

#### Allgemeines

- Prüfen Sie die Prüfungsaufgaben vor der Aushändigung an die Schüler:innen auf ihre Vollständigkeit und formale und inhaltliche Korrektheit und ergänzen Sie sie gegebenenfalls. Bei nicht ausreichender Anzahl erstellen Sie entsprechende Kopien vor Ort. Bei einem schwerwiegenden inhaltlichen Fehler informieren Sie sofort die Senatorin für Kinder und Bildung über die **Hotline (...)** von 7.00 bis 9.30 Uhr. Die von der Senatorin für Kinder und Bildung vorgenommene Korrektur gibt die Schule sofort an die für die schriftliche Prüfung zuständige Lehrkraft weiter.
- Wählen Sie gemeinsam mit Ihrer Korreferentin / Ihrem Korreferenten aus den drei vorgelegten Aufgaben zwei aus. Kommt es zu keiner Einigung, bestimmt die/der Vorsitzende des Fachprüfungsausschusses die Auswahl der Aufgaben (§ 10 Abs. 2 Nr. 1 AP-V). Protokollieren Sie auf dem beigefügten Protokollformular, welche Aufgaben Sie gewählt haben (Prüferin/Prüfer und Korreferentin/Korreferent und ggf. auch die/der Vorsitzende des Fachprüfungsausschusses unterschreiben das Protokoll).
- Füllen Sie bitte für die Zentralabiturkommission Biologie den beigefügten Rückmeldebogen zur Auswahl der Aufgaben aus und schicken ihn an die dort genannte Adresse.
- Fragen Sie vor Verteilung der Aufgaben nach der Arbeitsfähigkeit der Schüler:innen und weisen Sie diese auf die Regelungen des § 5 AP-V (Täuschung und Behinderung) hin.
- Machen Sie die Schüler:innen auf die Arbeitshinweise aufmerksam, die am Anfang ihrer Unterlagen für die Prüfung stehen. Geben Sie ihnen ggf. die nötigen Angaben zur Schulnummer sowie zur genauen Kursbezeichnung.
- Die Bearbeitungszeit beträgt 210 Minuten (180 Minuten plus 30 Minuten Zeitzuschlag als Corona-Kompensation).
- Erlaubte Hilfsmittel: Rechtschreiblexikon, Taschenrechner, Operatorenliste.

**Aufgabe 1 Erwartungshorizont und Bewertung nach Anforderungsbereichen**

Erwarteter Inhalt – Der vorliegende Erwartungshorizont ist als Musterlösung zu verstehen. Fachlich gleichwertige Lösungen und Begründungen sind möglich, sofern die Materialien korrekt einbezogen wurden.		Bewertung		
		I	II	III
a)	<p>Kanalkonformation 1 kann dem Ruhepotential zugeordnet werden. Der Na<sup>+</sup>-Kanal ist geschlossen. Das Innensegment ist zu, das Außensegment offen, der Kanal ist aktivierbar. Die Ladungsverteilung an der Membran entspricht dem Ruhepotential.</p> <p>Kanalkonformation 4 kann der Depolarisation zugeordnet werden, da der Na<sup>+</sup>-Kanal komplett geöffnet ist und Natriumionen in den Intrazellularraum diffundieren können. Die Ladungsverteilung entspricht der Depolarisation nach der Umpolung der Membran durch den Na<sup>+</sup>-Ioneneinstrom.</p> <p>Kanalkonformation 2 kann der Repolarisation zugeordnet werden, da der Na<sup>+</sup>-Kanal durch das Außensegment verschlossen ist. Das Innensegment ist noch offen, jedoch können keine Natriumionen mehr in die Zelle diffundieren. Der Kanal ist während dieser Refraktärzeit nicht aktivierbar. Die Ladungsverteilung entspricht der Repolarisation durch den K<sup>+</sup>-Ionenausstrom nach der Öffnung der K<sup>+</sup>-Kanäle.</p> <p>Kanalkonformation 3 kann der Hyperpolarisation zugeordnet werden. Bei dem Na<sup>+</sup>-Kanal ist das Außen- sowie Innensegment geschlossen. Die Ladungsverteilung an der Membran entspricht der Hyperpolarisation.</p>	9		
b)	<p>Das Medikament zur Verringerung des Atemwegwiderstandes hat strukturelle Ähnlichkeit mit dem Transmittermolekül Acetylcholin. Es kann an Acetylcholin-Rezeptoren andocken, jedoch kann es die Natriumionenkanäle nicht öffnen. Somit wird das postsynaptische Potenzial verringert und infolgedessen werden auch weniger Aktionspotenziale an der nachfolgenden Nervenzelle generiert. Infolgedessen kontrahiert die Muskulatur nicht so stark. Der Betroffene kann besser atmen, da der Atemwegwiderstand deutlich verringert ist.</p>		7	

c)	<p>Die experimentellen Daten zeigen, dass eine Nervenzelle in Anwesenheit des Proteins Chondroitinase ABC zu Beginn des Untersuchungszeitraums viel deutlicher an Länge zunimmt als die Zelle, die mit dem Kontrollprotein behandelt wurde. Nach der schnell beginnenden Längenwachstumsphase ist kaum noch eine Zunahme der Nervenzelllänge in beiden Ansätzen zu messen. Insgesamt ist das Längenwachstum der Nervenzelle, welche mit Chondroitinase ABC behandelt wurde größer, als das der Nervenzelle, welche mit dem Kontrollprotein behandelt wurde.</p> <p>Dieser Versuch könnte durchgeführt worden sein, um eine neue Behandlungsmethode für Nervenzellverletzungen zu finden. Mit Hilfe bestimmter Substanzen, wie Chondroitinase, könnte das Längenwachstum gefördert werden und es könnten z. B. durchtrennte Nervenfasern zusammenwachsen und somit heilen.</p>	3	2	2
d)	<p>Bei beiden Personen wird ein Axon an der gleichen Stelle A mit gleicher Impulsstärke überschwellig gereizt. Der messbare Impuls an Stelle B ist in beiden Versuchen gleich stark, jedoch erreicht er die Stelle B bei einer vom Guillain-Barré-Syndrom betroffenen Person deutlich später als bei einer nicht betroffenen Person.</p> <p>Bei vom Guillain-Barré-Syndrom betroffenen Personen liegen vermehrt Antikörper gegen Myelin vor, die die Myelinscheiden der Axone angreifen und zu deren Abbau führen. Durch die geringere Isolierung ist die saltatorische Erregungsleitung eingeschränkt und damit liegt eine langsamere Leitungsgeschwindigkeit der Impulse vor. Das erklärt die unterschiedlichen Geschwindigkeiten der Erregungsleitung von einer nicht betroffenen Personen im Vergleich zu der Messung einer betroffenen Person.</p>	2	5	
Verteilung der insgesamt <b>40</b> Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche		<b>14</b>	<b>20</b>	<b>6</b>

### Quellenangaben

#### Titelbild

<https://www.stern.de/gesundheit/stiftung-warentest-raet--diese-35-medikamente-sollten-sie-besser-nicht-kaufen-7848432.html> (09.01.2021)

#### Teilaufgabe a)

Abituraufgabe Biologie, Leistungskurs, Aufgabe 1. Baden-Württemberg, 2016.

Simplified-scheme-of-the-different-states-of-voltage-gated-sodium-channels-A-Voltage.png (7.01.2021)

#### Teilaufgabe b)

Abituraufgabe Biologie, erweitertes Anforderungsniveau, Aufgabe 2. Thüringen, 2016.

<https://www.lungenaerzte-im-netz.de/krankheiten/lungenemphysem/was-ist-ein-lungenemphysem/> (6.01.2021)

#### Teilaufgabe c)

Abituraufgabe Biologie, Aufgabe C1. Bayern, 2013.

#### Teilaufgabe d)

Abituraufgabe Biologie, Aufgabe C1. Bayern, 2013.

<https://www.klinikum-lueneburg.de/neurologie-elektroneurographie-eng/> (08.01.2021)

**Aufgabe 2 Erwartungshorizont und Bewertung nach Anforderungsbereichen**

Erwarteter Inhalt – Der vorliegende Erwartungshorizont ist als Musterlösung zu verstehen. Fachlich gleichwertige Lösungen und Begründungen sind möglich, sofern die Materialien korrekt einbezogen wurden.		Bewertung		
		I	II	III
a)	<pre> graph LR     A[Algen] --&gt; B[Kleinkrebse]     B --&gt; C[Korallen]     B --&gt; D[Doktorfische]     B --&gt; E[Großkrebse (z.B. Langusten)]     C --&gt; F[Falterfische]     D --&gt; G[Graue Riffhaie]     F --&gt; G     E --&gt; G             </pre>	4	1	
b)	<p>Die <i>Gammarus</i>-Art D ist stenohalin und weist einen Toleranzbereich mit einem Minimum von 0,1 % und einem Maximum von 0,35 % Salzgehalt auf. Das Optimum liegt bei einem Salzgehalt von ungefähr 0,25 %. Da keine der beiden anderen Arten bei diesem geringen Salzgehalt im Wasser lebensfähig ist, ist sie die einzige <i>Gammarus</i>-Art im Gebiet ③ (Bottenwiek).</p> <p>Die <i>Gammarus</i>-Art Z ist stenohalin, weist allerdings einen weiteren Toleranzbereich als D mit einem Minimum von ungefähr 0,4 % und einem Maximum von 1,25 % auf. Ihr Präferendum liegt zwischen 0,6 % bis 0,8 %. Das Gebiet ② (Arkonasee) weist einen Salzgehalt von 0,9 % auf, der also innerhalb der physiologischen Potenz dieser Art liegt. Sie kommt in diesem Gebiet vor.</p> <p>Die <i>Gammarus</i>-Art G ist euryhalin und weist einen Toleranzbereich mit einem Minimum von 0,5 % und einem Maximum von 3,5 % auf. Sie zeigt ein breites Präferendum von 1,0 % bis 2,1 %. Die Gebiete ① (Kattegat) und ② (Arkonasee) weisen mit 2,5 %, bzw. 0,9 % einen durchschnittlichen Salzgehalt auf, der innerhalb der physiologischen Potenz dieser Art liegt. Daher kommt sie in den Gebieten ① und ② vor.</p>	3	3	2
c)	<p>Beide Haiarten kommen im selben Lebensraum vor, denn sie weisen eine ähnliche geografische Verteilung im Indischen Ozean auf. GR und SH sind vor allem in den Küstenregionen anzutreffen. Sie stehen in interspezifischer Konkurrenz und können so nach dem Konkurrenzausschlussprinzip nur dann dauerhaft gemeinsam im selben Lebensraum existieren, wenn sich ihre ökologischen Nischen in anderen Aspekten unterscheiden. Die zwei Haiarten unterscheiden sich in ihrer Größe und in ihrem Gewicht, wodurch das Jagdverhalten und das Beutespektrum der Arten beeinflusst wird. Der SH jagt meist im offenen Meer bis zu einer Wassertiefe von 800 m nach Großfischen. Dagegen hat sich der GR auf die Jagd nach kleineren Fischen im Flachwasser von Lagunen und Riffen spezialisiert. Aufgrund des verschiedenen Nahrungsspektrums, des Jagdverhaltens und -gebiets besteht nur eine geringe interspezifische Konkurrenz und das Vorkommen im selben Lebensraum ist möglich.</p>	2	5	
d)	<p>Kommt es im Seitenlinienkanal zu einer Flüssigkeitsbewegung von links nach rechts, so werden die Cilien nach rechts verbogen und die mit ihnen verbundenen Proteinfäden öffnen die verschlossenen <math>K^+</math>-Kanäle der Mechanorezeptoren. Es strömen nun viele <math>K^+</math> in das Innere der Haarsinneszelle. Dies führt zur Entstehung eines Rezeptorpotenzials und zur Depolarisation der Zelle. Daraufhin öffnen sich die spannungsabhängigen <math>Ca^{2+}</math>-Kanäle und <math>Ca^{2+}</math> diffundieren in die Zelle. In der Zelle bewirken die <math>Ca^{2+}</math> das Verschmelzen der Vesikel mit der präsynaptischen Membran. Der Neurotransmitter Glutamat wird in den synaptischen Spalt freigesetzt.</p>	5	5	

e)	<p>In Versuch A weist die Haarsinneszelle ein Membranpotenzial von -60 mV auf. Da einige K<sup>+</sup>-Kanäle bereits geöffnet sind, kann am afferenten Neuron im Ruhezustand eine mäßige AP-Frequenz gemessen werden. Der Hai ist in Ruhe und daher das efferente Neuron inaktiv.</p> <p>In Versuch B ist das Wasser in Bewegung, ohne dass der Hai schwimmt. Die Cilien werden leicht in Strömungsrichtung verbogen und viele K<sup>+</sup>-Kanäle an den Mechanorezeptoren werden geöffnet. Der starke Einstrom der K<sup>+</sup> bewirkt eine Depolarisation, wodurch ein Rezeptorpotenzial von -40 mV entsteht. Dieses erzeugt am afferenten Neuron eine hohe AP-Frequenz. Der Hai ist in Ruhe und daher das efferente Neuron inaktiv.</p> <p>In Versuch C schwimmt der Hai. Die Cilien werden in Strömungsrichtung verbogen und viele K<sup>+</sup>-Kanäle werden geöffnet. Trotz starken K<sup>+</sup>-Einstroms wird an der Haarsinneszelle ein Membranpotenzial von -60 mV gemessen. Daher ist die AP-Frequenz am afferenten Neuron mäßig. Da der Hai schwimmt, wird im zentralen Nervensystem eine ebenfalls mäßige AP-Frequenz am efferenten Neuron erzeugt. Dieses Neuron bildet eine inhibitorische Synapse mit der Haarsinneszelle aus und erzeugt ein mäßiges IPSP an der Membran der Haarsinneszelle. Rezeptorpotenzial und IPSP heben sich gegenseitig auf.</p>			
Verteilung der insgesamt <b>40</b> Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche		<b>14</b>	<b>20</b>	<b>6</b>

## Quellenangaben

### Titelbild

[https://lehrerfortbildung-bw.de/u\\_matnatech/bio/gym/bp2016/fb9/2\\_oekologie/02\\_yellow/7\\_ab/1\\_lsg/](https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/bio/gym/bp2016/fb9/2_oekologie/02_yellow/7_ab/1_lsg/) (22.11.2020)

### Abbildung 1:

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/45/Korallenriff\\_im\\_Roten\\_Meer..DSCF7450%D0%9E%D0%92.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/45/Korallenriff_im_Roten_Meer..DSCF7450%D0%9E%D0%92.jpg) (26.09.2020)

### Abbildung 2.1

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3f/Gammarus\\_roeselii.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3f/Gammarus_roeselii.jpg) (14.11.2020)

### Abbildung 3.1

[https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Sharks\\_Lateral\\_Line.svg](https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Sharks_Lateral_Line.svg) (2.09.2020)

### Teilaufgabe a)

Nahrungsbeziehungen aus <https://www.fischlexikon.eu> (17.08.2020)

<https://www.sharkproject.org/> (17.08.2020)

Schledz, M., 2020.

### Teilaufgabe b)

IPN - Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik an der Universität Kiel <https://ostsee-der-zukunft.experience-science.de/start.html> (14.11.2020)

<https://docplayer.org/21211774-9-oekologie-aufgaben-zum-biobuch-9-1-beziehungen-zwischen-organismen-und-umwelt.html> (14.11.2020)

Gaston, K.J. and Spicer, J.I. The relationship between range size and niche breadth: a test using five species of *Gammarus* (*Amphipoda*). (2001). *Global Ecology & Biogeography* 10, S. 179-188.

Teilaufgabe c)

Ferretti, F. *et al.*: Shark baselines and the conservation role of remote coral reef ecosystems. *Science Advances* 4 (2018): eaaaq0333. (17.08.2020)

Speed, C.W. *et al.*: Protection from illegal fishing and shark recovery restructures mesopredatory fish communities on a coral reef. *Ecology and Evolution* 9 (2019), S. 10553-10566. (17.08.2020)

Schledz, M., 2020.

Teilaufgabe d) und e)

Abituraufgabe Biologie Leistungskurs Nachschreiber, Aufgabe C. Hessen, 2012.

Abituraufgabe Biologie, Leistungskurs, Aufgabe C2. Bayern, 2017.

Abituraufgabe Biologie, Leistungskurs, Aufgabe 2. Niedersachsen, 2018.

Weitere Quellen:

Munoz, R.C. *et al.*: Conventional and technical diving surveys reveal elevated biomass and differing fish community composition from shallow and upper mesophotic zones of a remote United States coral reef. *PLOS ONE* November 21 (2017); <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188598>. (17.08.2020)

Nolding, J. und Grotjohann, N. Haie-Ein Jäger wird zum Gejagten. Online Archive-Nr. 2019-02-11 bei <https://www.bu-praktisch.de> (17.08.2020)

**Aufgabe 3 Erwartungshorizont und Bewertung nach Anforderungsbereichen**

<b>Erwarteter Inhalt</b> – <i>Der vorliegende Erwartungshorizont ist als Musterlösung zu verstehen. Fachlich gleichwertige Lösungen und Begründungen sind möglich, sofern die Materialien korrekt einbezogen wurden.</i>		<b>Bewertung</b>		
		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
a)	<p>Der gedrungene Körper minimiert die Oberfläche, was zu einer verminderten Wärmeabstrahlung aufgrund des günstigeren Verhältnisses zwischen Oberfläche und Körpervolumen führt und in der BERGMANNschen Regel dargestellt ist. Sie besagt, dass bei endothermen Tieren eines Verwandtschaftskreises die größeren Exemplare in den kälteren und die kleineren in den wärmeren Regionen vorkommen.</p> <p>Die kleinen Ohren reduzieren ebenfalls den Wärmeverlust. Dieser Zusammenhang ist in der ALLENSchen Regel zusammengefasst. Die Regel besagt, dass die Körperanhänge endothermer Tiere eines Verwandtschaftskreises in kälteren Regionen kleiner sind als die der Tiere in wärmeren Regionen.</p>	6		
b)	<p>Zwischen dem Schmetterling und dem Thymian besteht eine Symbiose. Der Schmetterling bestäubt die Pflanze, die dafür Nektar bereitstellt, von dem sich der Schmetterling ernährt. Die Raupe des Schmetterlings ernährt sich vom Thymian, was eine einseitige Nahrungsbeziehung darstellt. Zwischen der Raupe des Schmetterlings und der Ameise besteht eine symbiotische Beziehung. Die Raupe des Schmetterlings ernährt sich von den Larven und Puppen der Ameisen und versorgt die Ameisen im Gegenzug mit Honigtau während des Winters.</p>	3	3	
c)	<p>Die in <math>\text{NADH}_2</math> gespeicherten Elektronen werden zum einen auf die alternative und zum anderen auf die externe Dehydrogenase und anschließend auf Ubichinon übertragen. Die Elektronen des <math>\text{FADH}_2</math> werden auf den Proteinkomplex II und anschließend auf Ubichinon übertragen. Die Protonen verbleiben jeweils in der Matrix. Die Elektronen werden schließlich zur alternativen Oxidase weitergegeben und werden zusammen mit zwei Protonen auf Sauerstoff unter Bildung von Wasser übertragen. In diesem Schritt wird die in den Elektronen gespeicherte Energie in Form von Wärme frei.</p> <p>Ein Vorteil des Einsatzes der alternativen Atmungskette für den Stinkkohl ist, dass durch die Temperaturerhöhung der Schnee rund um die Pflanze schmilzt und somit zum einen Wasser als Ressource zur Verfügung steht. Zum anderen lockt der durch die Wärme in der Blüte verströmte Geruch Bestäuber an, sodass auch die Bestäubung und damit die Vermehrung gesichert ist.</p>	3	6	
d)	<p>Obwohl nur Blütenstiel und Blüte des Stinkkohls erwärmt werden und nicht der ganze Organismus, ist der Begriff endotherm passend. In der Pflanze gibt es eine aktive Wärmeproduktion, sodass Stoffwechselprozesse unabhängig von der Außentemperatur ablaufen. Es findet eine Regulierung der Temperatur des Organismus statt, was ein wichtiges Kriterium endothermer Organismen ist.</p>			4
e)	<p>In Phase 1 ist ohne Sauerstoffzufuhr der ATP-Gehalt sehr niedrig. Dies liegt daran, dass -nachdem der gesamte Sauerstoff zuvor verbraucht worden war- die Elektronen aus den Proteinkomplexen der Elektronentransportkette nicht mehr weitergegeben werden können. Dieser Elektronenrückstau verhindert den Wiederaufbau eines Protonengradienten zwischen Matrix und Intermembranraum. Eine ATP-Produktion durch die ATP-Synthase kann aufgrund des fehlenden Protonenrückflusses in die Matrix nicht stattfinden.</p>			

In Phase 2 wird dem Versuchsansatz Sauerstoff hinzugefügt und der ATP-Gehalt steigt. Dies liegt an der Übertragung der Elektronen zwischen den Proteinkomplexen der Atmungskette. Dadurch wird der Protonengradient aufgebaut, welcher schließlich bewirkt, dass durch die ATP-Synthase ATP produziert wird. In Phase 3 ohne Sauerstoffzufuhr wird zunächst noch durch die Aktivität der ATP-Synthase ATP produziert, was den anhaltenden Anstieg des ATP-Gehaltes erklärt. Dadurch verringert sich jedoch der Protonengradient, bis der noch im Ansatz vorhandene Sauerstoff aufgebraucht ist. Der ATP-Gehalt sinkt ab, sobald kaum noch Sauerstoff verfügbar und der Protonengradient weitestgehend aufgebraucht ist. Da ATP keine stabile Verbindung ist und zudem verbraucht wird, sinkt der ATP-Gehalt im weiteren Beobachtungszeitraum.	2	8	
Verteilung der insgesamt <b>40</b> Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche	<b>14</b>	<b>20</b>	<b>6</b>

### Quellenangaben

#### Titelbild

[https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fpixabay.com%2Fde%2Fphotos%2Fsearch%2Fprima%2F&psig=AOvVaw0Bd4dOaEK\\_DYV5aGLzA0sL&ust=1603964680266000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCKi9052A1-wCFQAAAAAdAAAAABAD](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fpixabay.com%2Fde%2Fphotos%2Fsearch%2Fprima%2F&psig=AOvVaw0Bd4dOaEK_DYV5aGLzA0sL&ust=1603964680266000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCKi9052A1-wCFQAAAAAdAAAAABAD) (28.10.2020)

#### Teilaufgabe a)

Abituraufgabe Biologie, Erhöhtes Anforderungsniveau, Aufgabe 2. Thüringen, 2019.

<https://tiergarten.nuernberg.de/fileadmin/bilder/Tierinformationen/Bilder/Gebirge/Alpenmurmeltier.jpg> (09.09.2020)

#### Aufgabe b)

Beier, M. u.a.: Markl Biologie Oberstufe, Arbeitsheft Evolution und Ökologie. 23.4 Der Thymian-Ameisenbläuling benötigt zwei Arten für seine Entwicklung. Klett (Leipzig), 2019.

<https://www.steinundkraut.de/blume-Thymian-106.html> (28.10.2020)

[https://nwv-](https://nwv-schwaben.de/files/Naturfotografie/Artenpool/Zoologie/Fluginsekten/Schmetterlinge/Blaeulinge/Ameisenblaeuling/Thymian-Ameisenblaeuling/Thymian-Ameisenblaeuling-Phengaris-arion-Hesselberg--_2_-PS.jpg)

[schwaben.de/files/Naturfotografie/Artenpool/Zoologie/Fluginsekten/Schmetterlinge/Blaeulinge/Ameisenblaeuling/Thymian-Ameisenblaeuling/Thymian-Ameisenblaeuling-Phengaris-arion-Hesselberg--\\_2\\_-PS.jpg](https://nwv-schwaben.de/files/Naturfotografie/Artenpool/Zoologie/Fluginsekten/Schmetterlinge/Blaeulinge/Ameisenblaeuling/Thymian-Ameisenblaeuling/Thymian-Ameisenblaeuling-Phengaris-arion-Hesselberg--_2_-PS.jpg) (28.10.2020)

#### Teilaufgabe c)

Abituraufgabe Biologie, Leistungskurs, B2 Stoffwechselphysiologie. Hessen, 2013.

Bach, D. u.a., Markl Biologie Oberstufe, Klausuren, Zellatmung bei Tieren und Pflanzen, S. 23, Klett, Stuttgart, 2019.

<http://i1.wp.com/www.villageherbalsalaska.com/wp-content/uploads/2015/12/village-herbals-single-extracts-skunk-cabbage.jpg?fit=1200,1200> (09.09.2020)

<https://www.spektrum.de/magazin/pflanzen-mit-waermeregulation/824355> (30.09.2020)

#### Teilaufgabe d)

<https://www.wissenschaft.de/umwelt-natur/warme-pflanze/> (30.09.2020)

#### Teilaufgabe e)

Abituraufgabe Biologie, Leistungskurs, B2 Stoffwechselphysiologie. Hessen, 2013.