

Schriftliche Abiturprüfung 2019

Leistungskurs Biologie

Montag, 6. Mai 2019, 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

Themenbereich: Kommunikation

Nur nicht die Nerven verlieren!

Über das Sinnes- und Nervensystem stellen Wirbeltiere den Kontakt mit der Umwelt her. Nach Reizung werden die empfangenen Erregungen über spezifische Nervenbahnen an das Zentrale Nervensystem weitergeleitet, dort verarbeitet und mittels weiterer Nervenbahnen an die Erfolgsorgane zurückgeleitet. Es existieren viele Substanzen, die in dieses empfindliche System eingreifen. So dient z.B. das Gift des Kugelfisches zur Selbstverteidigung gegen einen Angreifer.

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

Foto eines Kugelfisches

- a) Erläutern Sie auf molekularer Ebene die Vorgänge bei der saltatorischen Erregungsleitung am tierischen Axon. [8 BE]
- b) Erläutern Sie zunächst anhand von Abbildung 1, wie es zur Öffnung eines spannungsabhängigen Natrium-Ionenkanals in der Membran eines tierischen Axons kommt (Material 1).
Stellen Sie anschließend auf molekularer Ebene eine begründete Hypothese zur Wirkung von TTX auf. Werten Sie dazu die Versuchsergebnisse von Material 2 aus (Material 1 und 2). [14 BE]
- c) Leiten Sie zunächst auf molekularer Ebene die jeweilige Wirkung der drei Giftstoffe begründet ab (Material 3).
Beurteilen Sie dann jeweils, ob sich Atropin oder Botulin als Gegengift bei einer E 605-Vergiftung eignet (Material 3). [16 BE]
- d) Begründen Sie den Kurvenverlauf des am Neuron D gemessenen Membranpotentials jeweils in den Bereichen I bis V (Material 4). [12 BE]

Hinweis:

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

Quellen:

Abituraufgaben: Aufgabe C. Hessen, 2009 und 2013; Aufgabe 1. Baden-Württemberg, 2017
Tetrodotoxin: Chemistry, Toxicity, Source, Distribution and Detection. Toxins. 2014 Feb; 6(2): 693–755
<https://kids.nationalgeographic.com>

Material 1

In der Axonmembran von tierischen Neuronen befinden sich spannungsabhängige Natrium (Na^+)-Ionenkanäle. Die Abbildung 1 A zeigt einen solchen Kanal bei einem gemessenen Membranpotential von -70 mV . In der Abbildung 1 B ist derselbe Kanal nach einem überschwelligem Reiz bei einem gemessenen Membranpotential von -40 mV dargestellt.

Die Abbildungen wurden aus urheberrechtlichen Gründen entfernt. Die Quelle ist unter der Aufgabenbeschreibung zu finden.

Abb. 1: Querschnitt eines spannungsabhängigen Natrium-Ionenkanals in einer Axonmembran

Material 2

Ein äußerst giftiger Bewohner des Pazifiks ist der Kugelfisch. Wird er von einem anderen Fisch als Beute angesehen und angegriffen, so bläht er sich stark auf und sondert an seiner Hautoberfläche das Gift Tetrodotoxin (TTX) ab. Es wurde beobachtet, dass ein Angreifer nach einer kurzen Berührung gelähmt ist, jedoch nach einiger Zeit weiter schwimmt. Ist ein Angreifer dagegen einer höheren Dosis des Giftes ausgesetzt, so stirbt er.

TTX-Moleküle sind an einer Seite positiv geladen und in Salzwasser löslich. Die Wirkung von TTX auf die Erregungsleitung von Neuronen wurde in einer Versuchsreihe mit Labormäusen analysiert. Während die Kontrollgruppe eine harmlose Kochsalzlösung verabreicht bekam, wurde der anderen Gruppe eine gering konzentrierte TTX-Lösung gespritzt. Anschließend wurden die Neuronen gezielt gereizt und jeweils die Veränderung des Membranpotentials am Axon gemessen. In Versuch A wurde die notwendige Reizstärke am Axonhügel ermittelt, die zur Auslösung eines Aktionspotentials führt. Bei konstanter Reizstärke wurde in Versuch B die Anzahl der ausgelösten AP am selben Axon pro Zeiteinheit bestimmt. Weiterhin wurde in Versuch C die relative Refraktärzeit zwischen den Aktionspotentialen erforscht. Die Ergebnisse der Versuche A bis C sind in Abbildung 2 dargestellt.

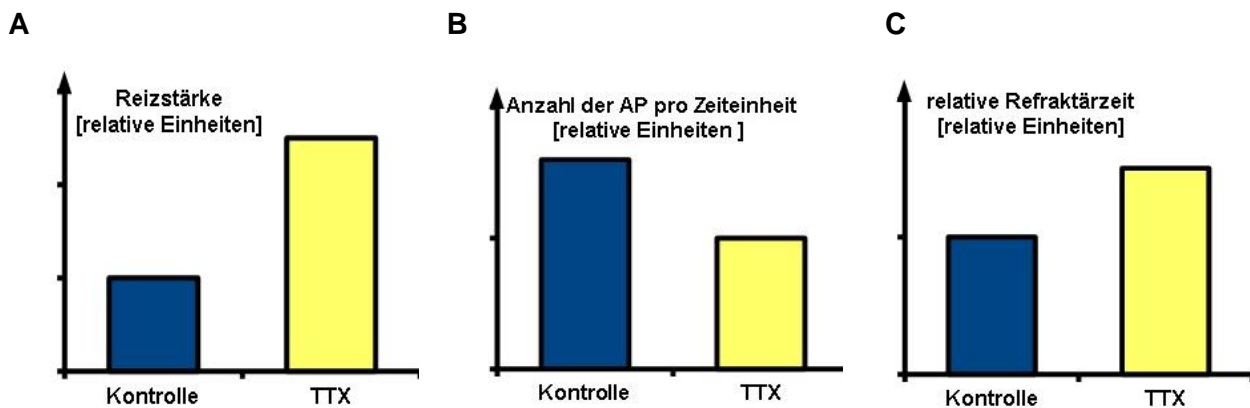


Abb. 2: Versuchsergebnisse

Material 3

Atropin, Botulinumtoxin (Botulin) und E 605 sind Nervengifte, welche die Erregungsübertragung an Synapsen beeinflussen. In einer Versuchsreihe wurden Neuronen von Labormäusen einem überschwelligem Reiz ausgesetzt, der zur Bildung von Aktionspotentialen führte. Um nun die jeweilige Giftwirkung aufzuklären, wurden die Messungen ohne Gifteinsatz, bzw. bei Anwesenheit des jeweils injizierten Giftes durchgeführt. Die Versuchsergebnisse sind in Abbildung 3 dargestellt.

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

Abb. 3: Versuchsergebnisse

Material 4

Im Zentralen Nervensystem werden Informationen zwischen Neuronen verrechnet. Abbildung 4 zeigt eine Verschaltung der vier Neuronen A, B, C und D sowie die jeweils am Axon gemessenen Aktionspotentiale. Die Pfeile kennzeichnen die Messpunkte an den Neuronen, an denen zeitgleich gemessen wurde.

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

Abb. 4: Verschaltung von vier Neuronen

Aufgabe 2

Themenbereiche: **Kommunikation**
Ökofaktoren

Kaffee und Kakao

Erwachsene trinken gerne koffeinhaltige Getränke. Das in ihnen enthaltene Koffein wirkt auf das Zentrale Nervensystem, so dass man nach dem Genuss von Kaffee, Cola oder Energy-Drinks unter anderem länger wach bleibt.

Kakaobäume werden in warmen Gebieten rund um den Äquator auf großen Plantagen angebaut. Aus den Früchten der Kakaobäume, den Kakaobohnen, wird Schokolade hergestellt, die bei jung und alt gleichermaßen beliebt ist.

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

Abb.: Kaffeetasse

- a) Vergleichen Sie anhand von fünf Aspekten Steroidhormone mit Peptidhormonen. [8 BE]
- b) Erläutern Sie zuerst anhand von Abbildung 1 jeweils die Wirkung von Noradrenalin und Adenosin auf die Regulation der Sauerstoffversorgung des Gehirns (Material 1).
Vergleichen Sie dann die Wirkung von Noradrenalin mit der von Koffein (Material 1 und 2). [17 BE]
- c) Zeichnen Sie zunächst ein Nahrungsnetz mit allen in Material 3 genannten Organismen und geben Sie deren Trophiestufen an (Material 3).
Erläutern Sie anschließend mögliche Auswirkungen des Insektizideinsatzes auf die Populationsdichten aller in Material 3 genannten tierischen Organismen des Ökosystems Kakaopflanzung (Material 3 und 4). [16 BE]
- d) Nehmen Sie Stellung zu den in Material 5 beschriebenen Methoden der Schädlingsbekämpfung in Bezug auf den Ernteertrag und die Nahrungsbeziehungen im Ökosystem Kakaopflanzung (Material 3 bis 5). [9 BE]

Hinweis:

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

Quellen:

Abituraufgaben: Aufgabe C. Hessen, 2011; Aufgabe 1. NRW, 2014
<https://t4.ftcdn.net>; <https://alchetron.com>

Material 1

Die Stoffwechselaktivität des Gehirns hängt unter anderem von der Anzahl der aktivierten Proteinkinasen (PK) in den Nervenzellen ab. Proteinkinasen sind Schlüsselenzyme für viele Stoffwechselfvorgänge, wie z.B. die Regulation des Blutdrucks und die damit einhergehende Sauerstoffversorgung des Gehirns. So führt z.B. eine hohe Anzahl aktivierter PK zu einer erhöhten Sauerstoffversorgung des Gehirns und dient so der Leistungssteigerung. Eine geringe Anzahl aktivierter PK sorgt dementsprechend für eine geringere Sauerstoffversorgung des Gehirns und dient so dem Schutz vor Überlastung. Gesteuert wird diese Stoffwechselaktivität der Nervenzellen im Gehirn zum einen mit Hilfe des Hormons Noradrenalin (N). Zum anderen wird sie mit Hilfe von Adenosin (A) gesteuert. Sowohl Noradrenalin als auch Adenosin können in Abhängigkeit von der Stoffwechselaktivität in unterschiedlichen Konzentrationen nachgewiesen werden. Die Wirkungen von N und A auf die Anzahl der aktivierten PK in Nervenzellen des Gehirns sind in Abbildung 1 dargestellt.

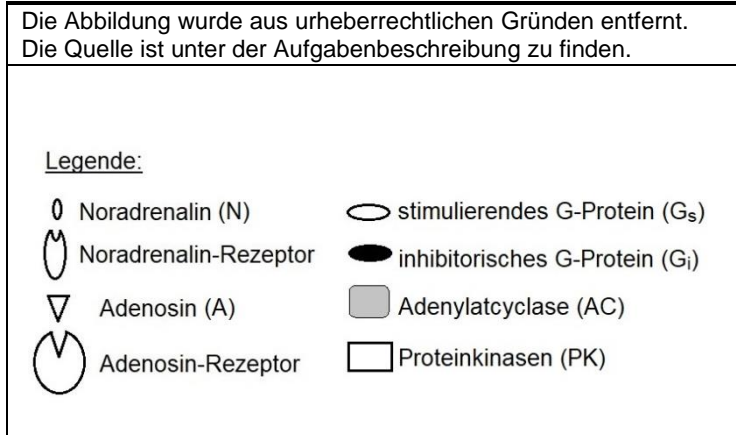


Abb. 1: Wirkung von Noradrenalin und Adenosin auf die Anzahl der aktivierten Proteinkinasen

Material 2

Koffein ist die am weitesten verbreitete, den Blutdruck steigernde Substanz. Ein Mensch nimmt täglich durchschnittlich mehr als 200 mg davon durch den Genuss von Kaffee, Tee, Kakao, Limonaden oder auch mit Energy-Drinks auf. Die Wirkung von Noradrenalin und Koffein auf die Anzahl der aktivierten Proteinkinasen (siehe Material 1) in Nervenzellen des Gehirns ist in Abbildung 2 dargestellt.

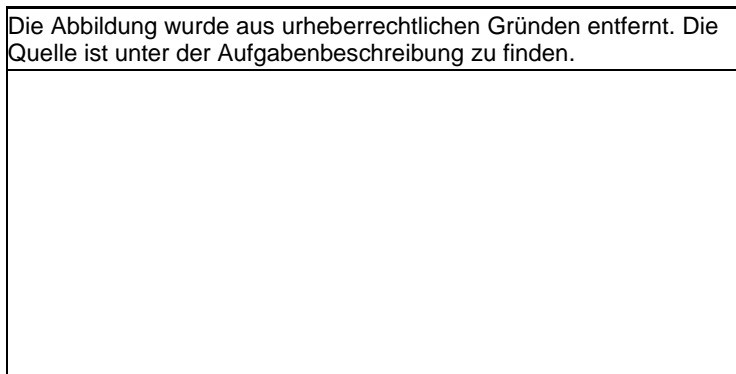


Abb. 2: Wirkung von Noradrenalin und Koffein auf die Anzahl der aktivierten Proteinkinasen

Material 3

Der auf der Insel Sulawesi in Indonesien vorkommende Kakao-baum trägt jährlich bis zu 50 Schoten, in denen Kakaobohnen reifen (siehe Abbildung 3). Die auf Sulawesi vorkommende Kakao-Wanze ernährt sich von Kakaoschoten, indem sie an ihnen saugt. Die Kakao-Miniermotte hingegen frisst als adultes Tier nicht mehr. In ihrem nur einige Tage andauernden Leben legt sie aber ihre Eier auf den Schoten ab. Sobald aus den Eiern Larven schlüpfen, bohren diese Tunnel in die Schoten und fressen das

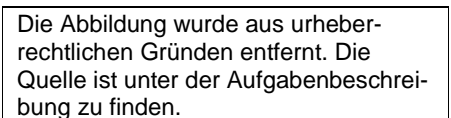


Abb. 3: Kakaoschote mit Kakaobohnen

Fruchtfleisch. Die Sulawesi-Bergratte ernährt sich ebenfalls von den Bohnen, frisst allerdings wie der Zitrin-Kanarienvogel auch Insekten. Beide können zur Beute der nachtaktiven Sulawesi-Schleiereule werden.

Material 4

Die Kakao-Wanze (KW) saugt zur Ernährung an der Kakaoschote. Dadurch verhärtet und vernarbt deren Oberfläche. Das Saugen der KW hat keinen Einfluss auf die Ausbildung der Kakaobohnen. Drei Monate nach dem Auftreten der KW legt die Kakao-Miniermotte (MM) ihre Eier auf den Schoten ab. Die vorangegangene Veränderung der Oberfläche durch die Wanzen führt jedoch dazu, dass dort bis zu einem Drittel weniger Motten vorzufinden sind als auf Schoten, auf denen keine KW waren. So ist dort auch die Anzahl der abgelegten Eier der MM um ein Drittel reduziert. Da die adulten MM nichts fressen, schädigen sie die Schoten nicht. Anders verhält es sich mit ihren Larven. Durch deren Fraß innerhalb der Schote entwickeln sich deutlich weniger Kakaobohnen und diese haben eine schlechtere Qualität.

Um einen höheren Ernteertrag u.a. für die Schokoladenproduktion zu erzielen, lassen Plantagenbesitzer daher die Oberflächen der Schoten in einer frühen Wachstumsphase mit einem Insektizid behandeln. Der Gifteinsatz erfolgt kurz vor dem Auftreten der ersten Wanzen und tötet die ausgewachsenen Insekten, wenn das Gift über die Nahrung aufgenommen wird. Das Insektizid hat keine Auswirkung auf die Qualität der Kakaobohnen, da es nicht in die Schoten gelangt.

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

Abb. 4: Kakao-Miniermotte

Material 5

Auf der indonesischen Insel Sulawesi wurde eine Studie zur Wirksamkeit von alternativen Schädlingsbekämpfungsmethoden in Auftrag gegeben, um den Einsatz von Chemikalien zu vermeiden und dennoch den Ernteertrag an Kakaobohnen zu steigern. Dabei wurden zwei Methoden getestet:

Bei der ersten Methode wurde jede einzelne Kakaoschote zum Schutz vor Schädlingen mit einer kompostierbaren Folie umwickelt (siehe Abbildung 5).

Bei der zweiten Methode wurden Fadenwürmer eingesetzt, die mit dem bloßen Auge nicht erkennbar sind. Diese werden verspritzt und parasitieren die Larven der Kakao-Miniermotte, sodass diese sich nicht weiterentwickeln können. In Laborversuchen unter kontrollierten Bedingungen konnte festgestellt werden, dass die Fadenwürmer keinen Einfluss auf die Kakaobäume haben.

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

Abb. 5: Schote mit kompostierbarer Folie

Aufgabe 3

Themenbereich: Ökofaktoren

Wasser und Pflanzen

Alle Pflanzen sind von ihrer Umwelt abhängig und stehen in ständiger Wechselbeziehung mit ihr. Verschiedene Standortfaktoren bzw. Umweltfaktoren spielen für die Verbreitung der jeweiligen Pflanze eine Rolle. Im Laufe der Evolution ist es zu den verschiedensten Anpassungen bei Pflanzen an die Verfügbarkeit von Wasser gekommen: von Pflanzen, die im Wasser leben bis hin zu Pflanzen, die in extrem trockenen Regionen leben.

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

Abb.: Wassertropfen auf einem Laubblatt und ein Wassertropfen, der in Wasser tropft

- a) Nennen Sie zunächst drei Unterschiede zwischen dem Aufbau eines Laubblattes einer selbst gewählten Mesophyte und dem Aufbau des Laubblattes einer Seekanne (Material 1).

Erläutern Sie anschließend die Funktion von zwei anatomischen Besonderheiten des Laubblattes einer Seekanne als Anpassung an ihren Lebensraum (Material 1).

[10 BE]

- b) Leiten Sie zunächst aus den Kurven in Abbildung 2 für die Pflanzen ① bis ③ die jeweiligen Standortbedingungen in Bezug auf die Wasserverfügbarkeit ab und begründen Sie Ihre Entscheidungen (Material 2).

Erklären Sie dann die in Material 3 beschriebene Beobachtung.

[18 BE]

- c) Erläutern Sie anhand von Material 4 die molekularen Vorgänge, die zum Öffnen einer Spaltöffnung führen.

[9 BE]

- d) Erläutern Sie mit Hilfe der synthetischen Evolutionstheorie die Entstehung der beiden Unterarten der Frühlings-Miere (Material 5).

[13 BE]

Hinweis:

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

Quellen:

Abituraufgaben: Aufgabe 2. Thüringen, 1996; Aufgabe A. Sachsen, 1999; Aufgabe C2. Sachsen, 2000; Aufgabe 1. Thüringen, 2008.

Buchmann, N.: Grassland Science, http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1462&context=biosci_facpub

Kaul, Robert, Anatomical observations on floating leaves, 1976, Faculty Publications in the Biological Sciences, University of Nebraska. <https://de.wikipedia.org/wiki/Seerosen>

Material 1

Die europäischen Seekannen (*Nymphoides peltata*) sind Schwimmblattpflanzen, die zu den Hydrophyten gezählt werden. Mit ihren Wurzeln sind sie im Schlamm langsam fließender, nährstoffreicher Gewässer verankert. Charakteristisch für Seekannen sind insbesondere ihre großen Laubblätter, die als Schwimmblätter ganzjährig auf der Wasseroberfläche treiben. An deren Unterseite befinden sich sogenannte Hydropoten, welches spezialisierte Zellen zur Aufnahme von Mineralien sind (siehe Abbildung 1).

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

Abb. 1: Querschnitt durch ein Laubblatt einer Seekanne

Material 2

Der Gasaustausch zwischen Blatt und umgebender Luft ist eine Grundvoraussetzung für die Fotosynthese. Als ein Indikator für die Fotosyntheseleistung einer Pflanze kann die Transpirationsrate durch die Spaltöffnungen der Blätter betrachtet werden.

In einer Versuchsreihe wurden die Transpirationsraten von verschiedenen Pflanzenarten im Tagesverlauf an ihren jeweiligen Standorten untersucht. Die verschiedenen Standorte unterscheiden sich voneinander in ihrer Verfügbarkeit von Wasser für die Pflanzen. Die Tagestemperaturen waren dabei an allen Standorten vergleichbar. Morgens und abends betrug die Temperatur jeweils 15°C, zur Mittagszeit betrug sie 35°C.

Die Versuchsergebnisse sind in Abbildung 2 dargestellt.

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

Abb. 2: Versuchsergebnisse

Material 3

Um mehr über die Unterschiede von Pflanze ① und Pflanze ③ (siehe Material 2) herauszufinden, wurden deren Laubblätter untersucht. Dabei konnte folgende Beobachtung gemacht werden: Auf der Blattunterseite von Blättern von Pflanze ③ ist die durchschnittliche Anzahl an Spaltöffnungen pro cm² ungefähr um das 4-fache höher als bei Blättern von Pflanze ①.

Material 4

Eine Spaltöffnung wird von zwei Schließzellen (SZ) gebildet. In Laubblättern besteht ein vollständiger Spaltöffnungsapparat neben diesen Schließzellen zusätzlich aus den umgebenden Nebenzellen (siehe Abbildung 4.1). Durch die verdickte und damit starre Innenwand der SZ bildet sich bei einem erhöhten Innendruck dieser Zellen ein Spalt zwischen ihnen, das sogenannte Stoma. Die dabei ablaufenden molekularen Vorgänge an der Zellmembran einer Schließzelle sind in Abbildung 4.2 dargestellt.

Der Öffnungsgrad von Spaltöffnungen hängt von verschiedenen Faktoren ab. Von zentraler Bedeutung sind hierbei neben Licht und Wasser auch die Kalium (K^+)-Ionen, deren Konzentrationen in der SZ und im Apoplasten in Abbildung 4.3 dargestellt sind. Als Apoplast wird der Zwischenraum zwischen zwei Pflanzenzellen bezeichnet.

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

Abb. 4.1: Schematische Darstellung eines Spaltöffnungsapparates (links Aufsicht, rechts Querschnitt)

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

Abb. 4.2: Molekulare Vorgänge an der Zellmembran einer Schließzelle

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

Abb. 4.3: K^+ -Ionenkonzentrationen im Apoplasten und SZ

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

Abb. 4.4: Membranpotenzial an einer Schließzelle ohne und mit Licht

Material 5

In Deutschland gab es während der letzten Eiszeit vor ca. 100.000 Jahren zwischen dem nordeuropäischen Festlandeis und den von den Alpen ausgehenden Gletschern (siehe Abbildung 5.1) eine Tundravegetation. Die Tundra ist eine baumfreie Landschaft auf einem Permafrostboden, was bedeutet, dass der Boden ganzjährig gefroren ist und nur ganz leicht im oberen Bereich antaut. Auf einem solchen Boden kommen fast ausschließlich Moose und kleine Pflanzen vor, wie z.B. die Frühlings-Miere (*Minuartia verna*).

Mit dem Zurückweichen des nordeuropäischen Eises nach Norden und der Gletscher nach Süden verschwand auch der Permafrostboden und andere Pflanzenarten konnten sich dort ansiedeln. Heute kommt die Frühlings-Miere nur noch mit zwei Unterarten (*Subspezies*) in Deutschland hauptsächlich an zwei verschiedenen Standorten vor (siehe Abbildung 5.2). Während der Haldenstern (*Minuartia verna subspec. hercynica*, HS) fast nur in Mitteldeutschland auf schwermetallhaltigen Böden (Standort 1) vorkommt, wächst die Gewöhnliche Frühlings-Miere (*Minuartia verna subspec. verna*, GFM) nur in Süddeutschland (Standort 2) auf trockenen Böden.

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

Abb. 5.1: Europa während der letzten Eiszeit

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

Abb. 5.2: heutiges Vorkommen der Unterarten in Deutschland

Schriftliche Abiturprüfung 2019

Leistungskurs Biologie

Montag, 6. Mai 2019, 9.00 Uhr

Aufgabe 1

Erwartungshorizont und Bewertung nach Anforderungsbereichen

Erwarteter Inhalt - <i>Der vorliegende Erwartungshorizont ist als Musterlösung zu verstehen. Fachlich gleichwertige Lösungen und Begründungen sind möglich, sofern die Materialien korrekt einbezogen wurden.</i>		Bewertung		
		I	II	III
a)	Wird am Axonhügel eines Neurons ein Aktionspotential generiert, diffundieren Na^+ -Ionen zum Ladungs- und Konzentrationsausgleich von außen in das Axon. Dadurch kommt es zu einer kurzzeitigen Depolarisation an dieser Stelle der Membran. Die Na^+ -Ionen diffundieren im Axon und erreichen so auch den nächsten RANVIERSchen Schnürring. An einem Axon mit Markscheide können APs nur an den Schnürringen ausgebildet werden, da sich nur hier spannungsabhängige Na^+ -Ionenkanäle befinden, deren Öffnung für das AP notwendig ist. Das AP springt daher von Schnürring zu Schnürring, was als saltatorische Erregungsleitung bezeichnet wird. Aufgrund der Refraktärzeit der zuvor depolarisierten Stelle, werden APs nur vom Axonhügel in Richtung Synapse geleitet.	8		
b)	Der spannungsabhängige Na^+ -Ionenkanal ist während des Ruhepotentials von -70 mV durch ein Klapp-Molekül geschlossen. Dieser Verschluss wird durch die elektrischen Anziehungskräfte zwischen einem positiv geladenen Teil der Klappe und der negativ geladenen Membranoberfläche des Intrazellularraums bewirkt. Wird nun die Axonmembran durch einen überschwelligem Reiz depolarisiert, so wird das Klapp-Molekül von den vorhandenen positiven Ladungen im Membranbereich des Intrazellularraumes abgestoßen und von den negativen Ladungen im Membranbereich des Extrazellularraums angezogen. Dadurch ändert sich die Lage des Klapp-Moleküls und der Kanal öffnet sich. Bei vergifteten Tieren ist die gemessene Reizstärke, die nötig ist, um ein AP auszulösen, im Versuch A deutlich höher als bei der Kontrollgruppe. Vermutlich bindet TTX an einen extrazellulären Bereich einiger der spannungsabhängigen Na^+ -Ionenkanäle und blockiert aufgrund seiner positiven Teilladung den Einstrom von Na^+ -Ionen ins Cytoplasma. Führt nun, so wie in Versuch B, ein überschwelliger Reiz zu APs am Axonhügel, so können einige nicht bis zum Endknöpfchen weitergeleitet werden, da das TTX an allen RANVIERSchen Schnürringen einige Na^+ -Ionenkanäle zeitweise blockiert. Dadurch sinkt die Anzahl der APs pro Zeiteinheit, die das Axonende erreichen. Die Bindung der TTX-Moleküle ist reversibel und konzentrationsabhängig, so dass es bei geringen Dosen zu einer zeitweiligen Lähmung und bei hohen Dosen zum Tode eines angreifenden Fisches kommt. Wie in Versuch C ersichtlich, verursacht diese Gifteinwirkung eine längere relative Refraktärzeit an vielen Na^+ -Ionenkanälen, da die blockierten Kanäle länger als üblich nicht geöffnet werden können.	6	3	5

c)	<p>Bei Gabe von Atropin können nach einer Reizung dieselben Konzentrationen an ACh, bzw. dessen Spaltprodukte im synaptischen Spalt gemessen werden wie ohne Giftzugabe. Jedoch erfolgt unter Atropin-Gabe fast kein Na⁺-Ioneneinstrom in die postsynaptische Zelle. Folglich blockiert Atropin die ACh-Rezeptoren an den Na⁺-Ionenkanälen, sodass diese geschlossen bleiben. Bei Botulin-Gabe ist fast kein Anstieg der ACh-Konzentration wie auch dessen Spaltprodukten im synaptischen Spalt festzustellen. Deshalb erfolgt fast kein Na⁺-Ioneneinstrom in die postsynaptische Zelle. Botulin hemmt den Ca²⁺-Ioneneinstrom in das Endknöpfchen und verhindert so die Ausschüttung von ACh aus den synaptischen Bläschen in den synaptischen Spalt. Bei E 605-Gabe steigt die ACh-Konzentration auf denselben Wert wie ohne Gifteinwirkung, jedoch sinkt diese Konzentration nicht und es sind nahezu keine Spaltprodukte nachweisbar. Da E 605 die spaltende ACh-Esterase hemmt, ist ein anhaltender Na⁺-Ioneneinstrom in die postsynaptische Zelle die Folge.</p> <p>Atropin eignet sich als Gegenmittel einer E 605-Vergiftung, da es mit ACh um die Bindung an die rezeptorgesteuerten Na⁺-Ionenkanäle konkurriert und somit bei ausreichender Konzentration die Anzahl der geöffneten Ionenkanäle und damit den Na⁺-Ioneneinstrom reduziert. Botulin eignet sich nicht als Gegenmittel, da es die Ausschüttung des Neurotransmitters in den synaptischen Spalt verhindert, das bereits ausgeschüttete ACh aber weiterhin im synaptischen Spalt verweilt und die Dauererregung der postsynaptischen Membran durch den Na⁺-Ioneneinstrom bestehen bleibt.</p>	4	8	4
d)	<p>Im Bereich I misst man am Neuron D das Ruhepotential. Zwar leitet Neuron A bei 2 ms ein AP weiter, jedoch entsteht nach Transmitterfreisetzung an der erregenden Synapse mit Neuron D ein EPSP, welches am Axonhügel von Neuron D den Schwellenwert nicht erreicht. Somit wird kein AP ausgelöst. Im Bereich II misst man am Neuron D ein AP. Dies resultiert aus der zeitlichen Summation der beiden EPSPs, die von den APs bei 2 und 4 ms an Neuron A ausgelöst wurden. Die Amplitude dieses EPSP ist am Axonhügel von D groß genug, um den Schwellenwert für die Auslösung eines AP zu überschreiten. Weder bei Neuron B, noch bei Neuron C werden zu diesem Zeitpunkt APs gemessen.</p> <p>Im Bereich III wird am Neuron D nach 8 ms kein AP gemessen, obwohl an Neuron A und B zeitgleich jeweils ein AP weitergeleitet wird. Demnach bildet Neuron B mit Neuron A eine hemmende Synapse aus. Diese präsynaptische Hemmung durch Neuron B führt zu einer verringerten Transmitterfreisetzung an der Synapse zwischen Neuron A und D und einem geringeren EPSP am Soma von Neuron D, so dass der Schwellenwert für ein AP am Axonhügel von Neuron D nicht erreicht wird.</p> <p>Im Bereich IV misst man ein AP am Neuron D, da die APs von Neuron A und Neuron C zu EPSPs am Soma von Neuron D führen, die nach räumlicher Summation am Axonhügel ein EPSP ergeben, welches den Schwellenwert für ein AP überschreitet. Neuron A wird bei 12 ms nicht von Neuron B gehemmt.</p> <p>Im Bereich V wird das Ruhepotential gemessen, da die präsynaptische Hemmung von Neuron A durch Neuron B zu einem so geringen EPSP an der Synapse zwischen Neuron A und D führt, dass am Axonhügel trotz der räumlichen Summation mit dem zeitgleichen EPSP der erregenden Synapse zwischen Neuron C und D der Schwellenwert nicht überschritten wird und so kein AP ausgelöst wird.</p>		8	4

Verteilung der insgesamt 50 Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche	12	25	13
---	-----------	-----------	-----------

Quellenangaben

Abituraufgabe Leistungskurs Biologie, Aufgabe C. Hessen, 2009.

Abituraufgabe Leistungskurs Biologie, Aufgabe C. Hessen, 2013.

Abituraufgabe Leistungskurs Biologie, Aufgabe 1. Baden-Württemberg, 2017.

Biologie heute entdecken SII, Lehrmaterialien Teil 2, S.88. Schroedel Verlag, Braunschweig, 2006.

Tetrodotoxin: Chemistry, Toxicity, Source, Distribution and Detection. Toxins. 2014 Feb; 6(2): 693-755.

<https://www.spektrum.de/lexikon/biochemie/tetrodotoxin/6133>

<https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and.../neurotoxin>

<https://kids.nationalgeographic.com/animals/pufferfish/#pufferfish-closeup.jpg>

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)	<p>Während Steroidhormone die Lipiddoppelschicht der Zellmembran passieren können, ist dies Peptidhormonen nicht möglich. Steroidhormone bilden in der Zelle mit einem Transporter einen Hormon-Protein-Komplex, während Peptidhormone einen Hormon-Rezeptor-Komplex durch das Binden an membrangebundene spezifische Rezeptoren bilden. Steroidhormone können Transkriptionsfaktoren im Zellkern aktivieren, während Peptidhormone mithilfe eines second-messengers eine Signaltransduktion in der Zelle auslösen und Enzyme aktivieren können.</p> <p>Gemeinsam ist beiden, dass sie über die Blutgefäße zu den Zielzellen gelangen und koordinierend auf den Stoffwechsel des Organismus einwirken.</p>	8		
b)	<p>Bindet das Peptidhormon Noradrenalin nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip extrazellulär an einen membrangebundenen Noradrenalin-Rezeptor, so aktiviert ein stimulierendes G-Protein die Adenylatcyclase. Dieses Enzym wandelt ATP in den second-messenger cAMP um, der wiederum die Proteinkinasen aktiviert. Durch deren Aktivität steigen der Blutdruck und die Sauerstoffversorgung des Gehirns. Der second-messenger cAMP wird durch die Phosphodiesterase zu AMP abgebaut.</p> <p>Bindet Adenosin an einen spezifischen membrangebundenen Rezeptor, bewirkt dies, dass ein inhibitorisches G-Protein die Adenylatcyclase hemmt. Dadurch wird wenig ATP in cAMP umgewandelt, so dass nur eine geringe Menge an Proteinkinasen aktiviert werden. Der Blutdruck sinkt und somit auch die Sauerstoffversorgung des Gehirns.</p> <p>Sowohl Noradrenalin als auch Koffein bewirken eine Steigerung des Blutdruckes und dadurch eine erhöhte Sauerstoffversorgung des Gehirns. Während Noradrenalin über einen second-messenger für die Aktivierung von Proteinkinasen sorgt, führt die extrazelluläre Bindung von Koffein an den Adenosin-Rezeptor dazu, dass ein inhibitorisches G-Protein nicht aktiviert wird und dessen hemmende Wirkung nicht einsetzen kann. Während Koffein mit Adenosin um die extrazellulären Bindungsstellen konkurriert und es so zu einer verstärkten Aktivierung von Proteinkinasen in der Zelle kommt, konkurrieren keine weiteren Stoffe mit Noradrenalin um die Rezeptoren und die Wirkung von Noradrenalin bleibt gleich. Im Gegensatz zum Peptidhormon Noradrenalin kann Koffein durch die Membran diffundieren und zusätzlich intrazellulär die Phosphodiesterase hemmen, sodass weniger cAMP abgebaut wird und mehr Proteinkinasen aktiviert werden.</p>	10	3	4
c)	<p>Vorschlag für ein Nahrungsnetz:</p> <pre> graph TD Kakaobaum --> KakaoMiniermotte[Kakao-Miniermotte] Kakaobaum --> KakaoWanze[Kakao-Wanze] Kakaobaum --> SulawesiBerggratte[Sulawesi-Berggratte] KakaoMiniermotte --> ZitrinKanarienvogel[Zitrin Kanarienvogel] KakaoWanze --> ZitrinKanarienvogel SulawesiBerggratte --> SulawesiSchleiereule[Sulawesi-Schleiereule] ZitrinKanarienvogel --> SulawesiSchleiereule </pre> <p>Produzent 1. Trophiestufe</p> <p>Konsument 1. Ordnung 2. Trophiestufe</p> <p>Konsument 1./2. Ordnung 2./3. Trophiestufe</p> <p>Konsument 2. Ordnung 3. Trophiestufe</p> <p>Konsument 2./3. Ordnung 3./4. Trophiestufe</p>	4	2	

	<p>Durch die Behandlung der Kakaoschoten mit einem Insektizid sterben die Kakao-Wanzen nach der Nahrungsaufnahme durch das Gift, sodass ihre Populationsdichte deutlich abnimmt. Da die adulten Kakao-Miniermotten nichts fressen, sterben sie nicht durch das Gift. Durch die geringere Oberflächenvernarbung durch die geringere Anzahl an KW werden mehr Eier von der MM abgelegt und es entwickeln sich mehr Larven, die sich in das Fruchtfleisch fressen. Da das Insektizid nicht in die Schoten gelangt, können sie überleben. So nimmt die Populationsdichte der Motten zu. Die Zitrin-Kanarienvögel haben zunächst durch das Fehlen der KW weniger Nahrung und würden deshalb wahrscheinlich weniger Nachkommen haben, sodass auch deren Populationsdichte abnehmen könnte. Die Populationsdichte der Sulawesi-Berggraten bleibt trotz des Fehlens der KW als Nahrung stabil, da die Ratten dies durch vermehrten Pflanzenfraß an den Kakaobäumen ausgleichen könnten. Die Sulawesi-Schleiereulen würden zwar weniger Jungvögel als Nahrungsquelle haben, wahrscheinlich aber durch verstärktes Fressen z.B. der Ratten ebenfalls genügend Nahrung erbeuten, sodass sich deren Populationsdichte nicht verändert. Es ist allerdings auch denkbar, dass die Populationsdichten generell mit steigender Trophiestufe durch eine Potenzierung des Giftes in der Nahrungskette negativ beeinflusst werden könnten.</p>		5	5	
d)	<p>Durch das Anbringen der Folien werden die Insekten von den Kakaoschoten ferngehalten und diese können sich wahrscheinlich besser entwickeln. Allerdings würde das Fehlen der Insekten als Nahrung bedeuten, dass sich das Ökosystem verändert. Die Zitrin-Kanarienvögel z.B. müssten den Nahrungsmangel ausgleichen und an anderen Stellen Beute suchen, was mit einem höheren Energieaufwand verbunden ist. Dadurch würden sie wahrscheinlich weniger Nachkommen zeugen und langfristig aus dem Ökosystem abwandern. Zusätzlich bedeutet das Anbringen der Folien einen hohen manuellen Arbeitsaufwand und somit hohe Kosten, was ökonomisch nicht die beste Lösung ist.</p> <p>Das Spritzen der Fadenwürmer hat auf die Kakao-Wanze keinen Einfluss, da die Würmer spezifisch nur die Larven der MM parasitieren. Dadurch würden sich weniger MM entwickeln und es könnten sich mehr Kakaobohnen ausbilden. Das Aussetzen der Würmer zeigte zwar in Laborversuchen unter kontrollierten Bedingungen keine Folgen. Im Labor kann jedoch nur ein Teil des Ökosystems dargestellt werden und nicht alle Komponenten werden erfasst, die in der freien Natur auf die Gesamtheit aller Organismen der Kakaopflanze einwirken.</p> <p>Durch beide Methoden würde die Schädigung der Kakaoschoten vermindert und der Ernteertrag gesteigert werden. Da allerdings langfristige Folgen für das Nahrungsgefüge auf der Insel bei beiden Methoden nicht absehbar sind und die Biodiversität im Ökosystem sich verändern würde, sollte von beiden alternativen Schädlingsbekämpfungsmethoden abgesehen werden.</p>		5	4	
Verteilung der insgesamt 50 Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche			12	25	13

Quellenangaben

Abituraufgabe Biologie, Leistungskurs, Aufgabe C. Hessen, 2011.

Abituraufgabe Biologie, Leistungskurs, Aufgabe 1. NRW, 2014.

Feldermann, D. (Hrsg.): Linder Biologie Arbeitsbuch. Braunschweig (Bildungshaus) 2005.

Clough, Y. et al.: Local and landscape factors determine functional bird diversity in Indonesian cacao agroforestry. In: Biological Conservation 142. 2009. S. 1032–1041

https://t4.ftcdn.net/jpg/00/19/19/13/500_F_19191323_cr2GxkqBZAizB3lqKmxQNYF6VHr7Dh0f.jpg

www.spektrum.de/lexikon/neurowissenschaft/noradrenalin/8872

<https://d-nb.info/1080030271/34>

<https://alchetron.com/cdn/helopeltis-bbea4afe-d8aa-49f8-9a35-f6e117d9219-resize-750.jpeg>

www.tortenideen.de/images/kaffee_schokolade.jpg

Aufgabe 3

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)	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Mesophyte</td> <td>Hydrophyte / Seekanne</td> </tr> <tr> <td>Obere Epidermis</td> <td>ohne Spaltöffnungen</td> <td>mit Spaltöffnungen</td> </tr> <tr> <td>Untere Epidermis</td> <td>ohne Hydropoten</td> <td>mit Hydropoten</td> </tr> <tr> <td>Pallisadengewebe</td> <td>einreihig oder ggf. doppelreihig</td> <td>dreireihig</td> </tr> </table>		Mesophyte	Hydrophyte / Seekanne	Obere Epidermis	ohne Spaltöffnungen	mit Spaltöffnungen	Untere Epidermis	ohne Hydropoten	mit Hydropoten	Pallisadengewebe	einreihig oder ggf. doppelreihig	dreireihig	4	2	
	Mesophyte	Hydrophyte / Seekanne														
Obere Epidermis	ohne Spaltöffnungen	mit Spaltöffnungen														
Untere Epidermis	ohne Hydropoten	mit Hydropoten														
Pallisadengewebe	einreihig oder ggf. doppelreihig	dreireihig														
<p>Hydropoten in der unteren Epidermis versorgen das Blatt der Seekanne zusätzlich direkt aus dem umgebenden Wasser mit wichtigen Mineralien, da die Wurzeln eher der Verankerung der Pflanze als der Versorgung der auf der Oberfläche treibenden Blätter dienen.</p> <p>Da der Gasaustausch mit der Umgebungsluft nur an der Oberfläche möglich ist, befinden sich die Spaltöffnungen mit den angrenzenden Atemhöhlen des Blattes einer Seekanne auf der Blattoberseite.</p>			4													
b)	<p>Pflanze ① kommt in immer-feuchten Gebieten vor. Im Tagesverlauf steigt mit zunehmender Lichtstärke und zunehmender Temperatur die Fotosyntheseleistung der Hygrophyte, sodass auch die Transpirationsrate durch die geöffneten Spaltöffnungen ansteigt. Die Spaltöffnungen öffnen sich morgens, sodass Kohlenstoffdioxid aus der Luft aufgenommen werden kann. Da ausreichend Wasser für diese Pflanze zur Verfügung steht, müssen ihre Spaltöffnungen auch in der Mittagszeit nicht geschlossen werden, um einer Vertrocknung aufgrund der hohen Transpirationsrate vorzubeugen.</p> <p>Pflanze ② kommt in wechselfeuchten Gebieten vor. Im Tagesverlauf steigt die Transpirationsrate der Mesophyte zunächst an, jedoch nimmt sie zur Mittagszeit ab. Die Spaltöffnungen werden zum Schutz vor Vertrocknung geschlossen, da zu diesem Zeitpunkt nicht ausreichend Wasser für eine durchgehende Öffnung der Spaltöffnungen vorhanden ist. Wenn die Temperatur wieder sinkt, erhöht sich die Transpirationsrate erneut leicht, da aufgrund der niedrigeren Temperaturen zwar der Wasserverlust durch diese Transpiration nicht mehr so hoch ist, die Pflanze aber noch wegen der ausreichenden Lichtintensität Fotosynthese betreibt und ihre Spaltöffnungen geöffnet sind.</p> <p>Pflanze ③ kommt an einem trockenen Standort vor. Die Transpirationsrate einer Xerophyte ist über den gesamten Tag aufgrund der extremen Trockenheit gering. Die Pflanze muss sich vor Wasserverlust schützen, sodass die Spaltöffnungen nur gegen 6 Uhr und 19 Uhr geringfügig geöffnet sind. Zu diesem Zeitpunkt sind die Lichtverhältnisse zwar schlechter, aber da die Temperaturen geringer als bei besseren Lichtverhältnissen sind, führt es zu einem nicht so großen Wasserverlust durch Transpiration.</p>	2	7	3												
<p>Die Xerophyte (Pflanze ③) hat die 4-fache Menge an Spaltöffnungen. Diese sind nur für kurze Zeit geöffnet. Je mehr geöffnete Spaltöffnungen pro cm² vorhanden sind, desto mehr Gase kann die Pflanze in dieser kurzen Zeit austauschen. Dadurch kann ausreichend Kohlenstoffdioxid für die Fotosynthese aufgenommen und gleichzeitig der Wasserverlust minimiert werden.</p>																

	Einer Hygrophyte (Pflanze ①) steht genügend Wasser zur Verfügung, sodass die Spaltöffnungen während des Tages dauerhaft geöffnet sein können. Dieser kontinuierliche Gasaustausch durch wenige Spaltöffnungen reicht aus, um genügend Kohlenstoffdioxid für die Fotosynthese zur Verfügung zu stellen.		2	4
c)	Vermittelt durch ein Rezeptormolekül aktiviert Licht die H ⁺ -Ionenpumpe. Da das Innere der Schließzelle gegenüber dem Äußeren negativ geladen ist, erfolgt der Transport der H ⁺ -Ionen aus der Zelle aktiv gegen das Ladungsgefälle, d.h. unter Verbrauch von Energie in Form von ATP. Der durch die Aktivität der Ionenpumpe verursachte Ausstrom positiv geladener H ⁺ -Ionen führt dazu, dass das Membranpotenzial von -55 mV auf -120 mV verändert wird. Aufgrund dieser starken Hyperpolarisation öffnen sich spannungsabhängige Kalium-Ionenkanäle in der Membran. Das Ladungsgefälle ist nun so groß, dass die K ⁺ -Ionen aus dem Apoplasten gegen das Konzentrationsgefälle in die Schließzelle diffundieren können. Durch die Erhöhung der K ⁺ -Ionenkonzentration in den Zellen kommt es zu einem osmotischen Wasser-einstrom, der zur Öffnung der Spaltöffnung führt.		3	6
d)	Mit dem Zurückweichen des nordeuropäischen Festlandeises und der Gletscher konnten Ableger der Frühlings-Miere auch in nördlicher bzw. südlicher gelegenen Lebensräumen wachsen, da dort nun neue Böden als Lebensraum zur Verfügung standen. Dies führte zum einen zu einer Reduzierung von intraspezifischer Konkurrenz um Lebensraum und zum anderen kam es durch die Ansiedlung von neuen Pflanzenarten auf dem jetzt nicht mehr gefrorenen Boden aber auch zu verstärkter interspezifischer Konkurrenz. Am Rand der Eisflächen fanden Ableger der Frühlings-Miere zunächst geeignete Umweltbedingungen vor, sodass sich dort die Populationen jeweils vergrößerten. Durch zufällige Mutationen und Rekombinationen entstanden in diesen geographisch getrennten Teilpopulationen Variationen der Frühlings-Miere: zum einen an Standort 1 der HS, der auf schwermetallhaltigen Böden vorkommen kann, und zum anderen an Standort 2 die GFM, die auf trockenen Böden vorkommen kann. Diese Unterarten hatten jeweils einen Selektionsvorteil gegenüber anderen Pflanzen in der Region, da sie auf diesen Böden mit solchen spezifischen Anforderungen existieren konnten. Sie hatten daher größere Überlebens- und Fortpflanzungschancen und waren somit bei der Weitergabe ihrer Gene bevorzugt. Sie vererbten die entsprechenden Allele an ihre Nachkommen, sodass die zugehörige Allelfrequenz im Genpool der Teilpopulation an Standort 1 und an Standort 2 im Laufe der Generationen gestiegen ist. Durch die geographische Isolation ist der Genfluss zwischen den Teilpopulationen unterbrochen, sodass die zwei Unterarten heute gewisse Unterschiede aufweisen und es zu keiner natürlichen Kreuzung der beiden Arten mehr kommt.		6	7
Verteilung der insgesamt 50 Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche			12	25
				13

Quellenangaben

Abituraufgabe Leistungsfach Biologie, Aufgabe 2. Thüringen, 1996 und Aufgabe 1. Thüringen, 2008.
Abituraufgabe Leistungskurs Biologie, Aufgabe A. Sachsen, 1999 und Aufgabe C2. Sachsen, 2000.
Buchmann, Prof. N.: Grassland Science, Institut für Agrarwissenschaften, ETH Zürich,
Kaul, R.: Anatomical observations on floating leaves, 1976, Faculty Publications in the Biological Sciences, University of Nebraska
<http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1462&context=bioscifacpub> <https://de.wikipedia.org/wiki/Seerosen>
<https://www.stepmap.de/landkarte/europa-umrisse-1113813.png>

<http://schuetz-hausverwaltung.com/media/images/Blatt-Wassertropfen-01.jpg>

