

## Aufgabe 1

### Themenbereich: Kommunikation

#### Marine Lebewesen

Die Fähigkeit, Informationen aus der Umwelt aufzunehmen und innerhalb des Organismus zu verarbeiten, gibt es sowohl im Tierreich als auch in der Pflanzenwelt. Bei der Untersuchung dieser Mechanismen lassen sich Gemeinsamkeiten und Unterschiede finden. Um auf die Informationsverarbeitung in anderen Organismen einzuwirken, gibt es sowohl in terrestrischen als auch marinen Lebensräumen Organismen, die Gifte herstellen.

Die Abbildung ist aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

- a) Beschriften Sie zunächst die mit 1 bis 10 beschrifteten Teile der Abbildung 1 (Material 1).  
Stellen Sie anschließend die Erregungsübertragung an der chemischen Synapse in sieben Schritten in einem Fließdiagramm dar (Material 1).  
[12 BE]
- b) Erläutern Sie zunächst den in Abbildung 2 dargestellten Prozess (Material 2).  
Vergleichen Sie diesen anschließend anhand von zwei Gemeinsamkeiten und zwei Unterschieden mit dem Prozess in der Geschmackssinneszelle der Elritze (Material 2 und 3).  
[12 BE]
- c) Zeichnen Sie zunächst die zu erwartenden Kurvenverläufe, wie sie in Anwesenheit des Giftes Maitotoxin zu erwarten wären, in die Abbildung 4 ein und begründen Sie Ihre Entscheidungen (Material 4).  
Beurteilen Sie dann, inwiefern Atropin als Gegengift geeignet ist (Material 4 und 5).  
[16 BE]

#### Hinweis:

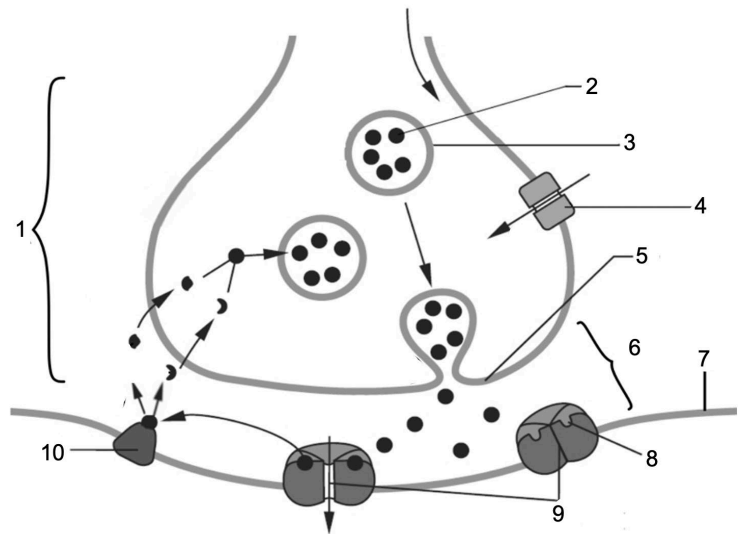
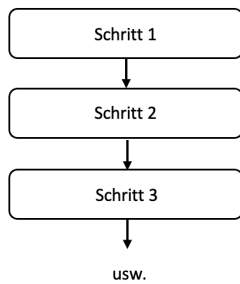
Alle in den Aufgabenstellungen bzw. in den Materialien verwendeten Abkürzungen dürfen im Lösungstext verwendet werden.

#### Quellen:

Abituraufgabe Biologie, Aufgabe 2. Thüringen, 2011 (verändert).  
Peters, Jörn (Hrsg.). (2019). Bioskop Gesamtband SII. Braunschweig: Westermann. Seite 439. (verändert)  
Maitotoxin (o.D.). verfügbar unter: <https://www.chemie.de/lexikon/Maitotoxin.html> [letzter Zugriff: 17.11.22]

### Material 1

Die Übertragung einer Erregung zwischen Nervenzellen findet an Synapsen statt (siehe Abbildung 1.2). Die Abläufe können in einem Fließdiagramm (siehe Abbildung 1.1) dargestellt werden.



**Abb. 1.1:** Allgemeines Fließdiagramm

**Abb. 1.2:** Schematischer Querschnitt durch eine chemische Synapse

### Material 2

Rezeptorzellen nehmen Reize aus der Umwelt auf und wandeln diese in Erregungen um. Dieser Prozess wird Transduktion genannt. Die Wahrnehmung der Geschmacksqualität „salzig“ erfolgt über spezialisierte Geschmackssinneszellen. Durch den Verzehr salzhaltiger Speisen erhöht sich die extrazelluläre Konzentration von Natrium-ionen. In Abbildung 2 ist eine Geschmackssinneszelle für salzigen Geschmack beim Menschen dargestellt. Die Öffnung eines Calciumionen-Kanals erfordert grundsätzlich eine stärkere Depolarisation als die Öffnung eines Natriumionen-Kanals.

Die Abbildung ist aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

**Abb. 2:** Geschmackssinneszelle des Menschen für salzigen Geschmack

**Material 3**

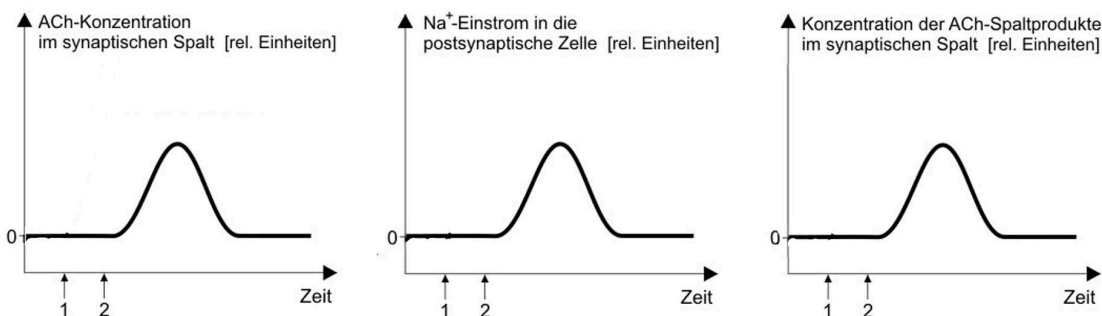
Elritzen (*Phoxinus phoxinus*) sind ca. 14 cm kleine Süßwasserfische, die von Nordspanien über Norditalien bis nach Asien weit verbreitet sind. Sie leben in Schwärmen und bevorzugen klare, flache Gewässer mit viel Strömung. Für die Wahrnehmung von Nahrungsquellen verfügen Elritzen über Geschmackssinneszellen, wobei sie salzigen Geschmack bereits in sehr geringen Konzentrationen wahrnehmen. Abbildung 3 zeigt schematisch den Prozess in einer Geschmackssinneszelle der Elritzen. Im Süßwasser befinden sich nur geringe Mengen Natriumionen. Im Inneren der Geschmackssinneszelle ist die Natriumionen-Konzentration bei Elritzen genau wie beim Menschen ebenfalls gering. Das Ruhepotential weist eine negative Spannung auf.

Die Abbildung ist aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

**Abb. 3:** Prozess in einer Geschmackssinneszelle für salzigen Geschmack bei Elritzen

**Material 4**

Unter den marinen Lebewesen, gibt es viele pflanzliche und tierische Arten, die Giftstoffe produzieren. Diese werden zum Beutefang eingesetzt oder um sich gegen Fressfeinde zu schützen. Das Gift Maitotoxin (MTX) öffnet die spannungsabhängigen  $Ca^{2+}$ -Kanäle und wurde 1976 in der Doktorfischart *Ctenochaetus striatus* entdeckt. Wenig später wurde es auch in einigen im Meer lebenden Algenarten nachgewiesen, insbesondere in der einzelligen Algenart *Gambierdiscus toxicus*. Dieses Gift wirkt auf die Meeresbewohner und reichert sich in der Nahrungskette an. Durch den Verzehr von z. B. Muscheln kann das Gift in den Menschen gelangen. Die Wirkung von MTX auf die Synapse soll in Abbildung 4 dargestellt werden.



**Legende:**  
 ACh = Acetylcholin    ——— ohne MTX    1: Zeitpunkt der Giftzugabe (nur für Kurve - - -)  
 - - - bei Anwesenheit von MTX    2: Ankunft des ersten Aktionspotenzials (AP)

**Abb. 4:** Wirkung von MTX auf die Erregungsübertragung an der Synapse

**Material 5**

Die Struktur von Atropin (ATX) ist der von Acetyl-Cholin (ACh) sehr ähnlich, sodass Atropin ebenfalls an die ACh-Rezeptoren an der postsynaptischen Membran binden kann. Eine Bindung von Atropin führt nicht zur Öffnung der postsynaptischen Kanäle.

## Aufgabe 2

### Themenbereiche: **Gene** **Ökofaktoren**

#### **Genetik und Ökosysteme**

Die Biodiversität der natürlichen Lebensräume geht aufgrund der Klimaveränderungen zurück. Man bemerkt jedoch auch Auswirkungen auf Kulturlandschaften und deren Nutzpflanzen. Es braucht neue wirksame Methoden, um sich diesen Veränderungen anzupassen und um die Ernährung der Weltbevölkerung zu sichern. Eine Möglichkeit, um klimatisch angepasste Kultursorten zu gewinnen, bietet die Gentechnik.

Die Abbildung ist aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

- a) Beschreiben Sie den Ablauf der Transkription bei Prokaryoten.  
[8 BE]
- b) Ordnen Sie zunächst die PCR-Produkte den entsprechenden Mutanten zu und begründen Sie kurz Ihre Entscheidungen (Material 1).  
Stellen Sie anschließend eine begründete Hypothese auf, welche der drei Mutanten die Wissenschaftler:innen aussuchen sollten, um die Löslichkeit des Samenproteins zu verbessern (Material 1).  
[12 BE]
- c) Zeichnen Sie ein Diagramm, in dem die jeweilige Fotosyntheserate in Abhängigkeit von der Lichtintensität bei Weizen und Hirse dargestellt ist (Material 2).  
[8 BE]
- d) Vergleichen Sie die Temperaturtoleranz von Weizen und Hirse (Material 3).  
Entwickeln Sie eine begründete Hypothese, welche der beiden Pflanzen sich besser für trockene und heiße Standorte eignet (Material 3 und 4).  
[12 BE]

#### Hinweis:

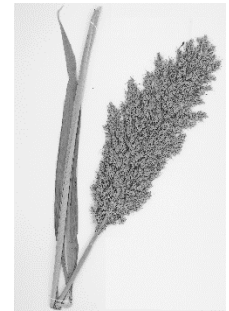
Alle in den Aufgabenstellungen bzw. in den Materialien verwendeten Abkürzungen dürfen im Lösungstext verwendet werden.

#### Quellen:

Abituraufgaben Biologie. Baden-Württemberg, 1983, Niedersachsen, 2017 und Bremen, 2018  
Editing of an alpha-kafirin gene family increases digestibility and protein quality in Sorghum. Plant Physiology, 2018

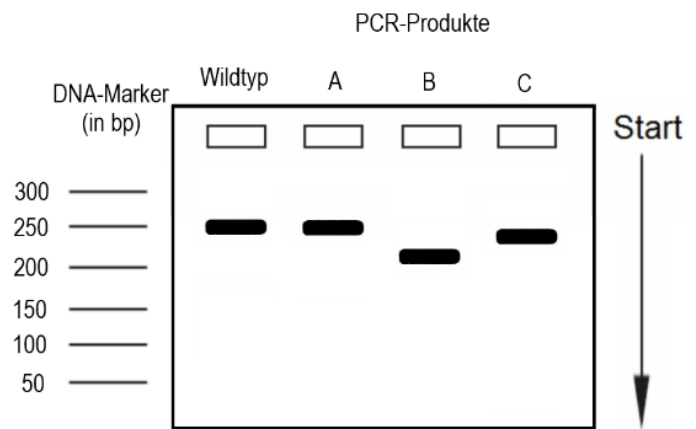
**Material 1**

Es gibt Nutzpflanzen, die trotz guter Eignung keine große Rolle bei der Welternährung spielen. Eine von diesen ist die Hirse (*Sorghum bicolor*; siehe Abbildung 1.1). Sie ist widerstandsfähig und reich an gesunden Inhaltsstoffen. Ihr Hauptspeicherprotein alpha-Kafirin wird in großen Mengen produziert. Es lagert sich jedoch nahezu wasserunlöslich und damit für den Menschen schlecht verdaulich als Proteinklumpen in den Samenzellen ab. Einer amerikanischen Forschergruppe gelang es durch Verkürzung der alpha-Kafirin-Aminosäuresequenz, die Löslichkeit dieses Samenproteins zu verbessern. Dazu wurden die entsprechenden Sequenzinformationen molekularbiologisch in einen Vektor eingebaut und in Hirsepflanzen eingeschleust.



**Abb. 1.1:** Hirse

Im weiteren Arbeitsverlauf konnten durch die Arbeitsgruppe drei veränderte, homozygote Pflanzenmutanten isoliert werden. Aus der DNA ihrer Blätter sowie denen der Wildtyp-Pflanze wurde die 250 Basenpaar lange Anfangssequenz des alpha-Kafirin-Genes mittels Polymerase-Ketten-Reaktion (PCR) vervielfältigt. Die PCR-Produkte wurden auf gelelektrophoretisch aufgetrennt (siehe Abbildung 1.2). Anschließend wurden die Basensequenzen der PCR-Produkte in einem abweichenden Sequenzbereich ermittelt (siehe Abbildung 1.3). In der vorangegangenen und der folgenden DNA-Sequenz des Wildtyps und der Mutanten gibt es keine Unterschiede. Das Kafirin-Protein einer Mutante ist besser wasserlöslich.



**Abb. 1.2:** Gelelektrophoretische Auftrennung der PCR-Produkte

DNA-Sequenz aus dem Anfangsbereich des alpha-Kafirin-Genes

Wildtyp 5'...AGTTGTAGCGCTCACTGAAAGAGCAAGGAGCGCAAGG...3'

Mutante 1 5'...AGTTGTAGCGCTCACTGAAAGAGC-----AGG...3'

Mutante 2 5'...A-----AGG...3'

Mutante 3 5'...AGTTGTAGCGCTCACTGAAAGAGCAAGGAGCGCGAGG...3'

Hinweis: Um die räumlich identischen Sequenzen untereinander anzuordnen, wurden ----- eingefügt. Nicht dargestellte Bereiche sind identisch.

**Abb. 1.3:** Ermittelte DNA-Sequenzen von Wildtyp und Mutanten des alpha-Kafirin-Gens der Hirse

**Material 2**

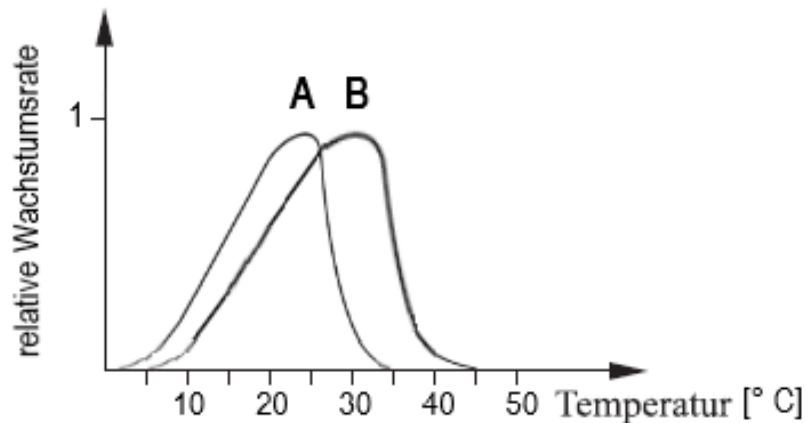
Forschergruppen sind weltweit daran interessiert, eine sinnvolle Alternative zum Weizen als Kulturpflanze zu finden. Diese Kulturpflanzenart sollte, so wie der Weizen, einen Großteil der Welternährung decken können. In Tabelle 2 sind einige Ergebnisse zur Fotosynthese des Weizens und der Hirse dargestellt.

Merkmal	Weizen	Hirse
Maximale Fotosyntheserate (mg CO <sub>2</sub> /dm <sup>2</sup> Blattfläche und Stunde)	40	80
Maximale Fotosyntheseleistung	bei ca. 50 % des Sonnenlichtes	bei ca. 100 % des Sonnenlichtes
Lichtkompensationspunkt	bei 8 % des Sonnenlichtes	bei 20 % des Sonnenlichtes

**Tab. 2:** Vergleich ausgewählter Merkmale der Fotosynthese zwischen Weizen und Hirse

**Material 3**

In einem weiteren Experiment wurde bei Weizen und Hirse die Abhängigkeit des Pflanzenwachstums von der Temperatur ermittelt. Es ergaben sich folgende Toleranzkurven (siehe Abbildung 3).



**Abb. 3:** Temperaturtoleranzkurven von Weizen (A) und Hirse (B).

**Material 4**

An trockenen und heißen Standorten sind Pflanzen dem Dilemma zwischen Verhungern und Verdursten ausgesetzt: Sind die Pflanzen tagsüber fotosynthetisch aktiv und ihre Spaltöffnungen weit geöffnet, so droht ihnen ein schnelles Welken aufgrund von Wasserverlust durch Transpiration. Andererseits ist bei fast geschlossenen Spaltöffnungen zwar der Wasserverlust nach außen gering, es kann aber auch nur wenig CO<sub>2</sub> aufgenommen werden. Die Fotosynthese von Hirse unterscheidet sich von der des Weizens (*Triticum aestivum*, siehe Abbildung 4) dahingehend, dass in einem zusätzlichen Stoffwechselprozess das atmosphärische CO<sub>2</sub> zunächst von dem Enzym PEP-Carboxylase in der Pflanze fixiert wird. Das fixierte CO<sub>2</sub> wird dann in eine andere fotosynthetisch aktive Zelle transportiert und dort an das Enzym Ribulose-bisphosphat-Carboxylase (RUBISCO) des Calvin-Zyklus abgegeben. Die PEP-Carboxylase weist eine höhere CO<sub>2</sub>-Bindungsaffinität als die RUBISCO auf. 450 bis 950 ml Wasser benötigt der Weizen, um 1 Gramm Pflanzenmaterial zu bilden. Die Hirse benötigt ungefähr 250 bis 350 ml Wasser pro Gramm Pflanzenmaterial.



**Abb. 4:** Weizen

### Aufgabe 3

#### Themenbereich: Ökofaktoren

##### Trockenheit im Wald

Wälder erfüllen eine wichtige Funktion bei der Speicherung von Kohlenstoffdioxid aus der Luft. Ausbleibende Niederschläge haben in den letzten Jahren, verbunden mit dem extrem trockenen Sommer 2018, zu Trockenstress bei Bäumen geführt. Dieser Trockenstress beeinträchtigt bereits seit mehreren Jahren die Kohlenstoffdioxidspeicherfunktion. Die zusätzliche Massenvermehrung von Borkenkäfern verschärft diese Situation besonders in Fichtenforsten.

- a) Skizzieren Sie den Kohlenstoffkreislauf in einem terrestrischen Ökosystem unter Verwendung der in Material 1 angegebenen Fachbegriffe.

[5 BE]

- b) Ordnen Sie dem Wald die Bedeutung als Kohlenstoffsенке und Kohlenstoffspeicher in den Phasen I bis III seiner Bestandsentwicklung begründet zu (Material 2).

[9 BE]

- c) Beschreiben Sie zuerst kurz den Aufbau der Fotosysteme und die Elektronenanregung im Chlorophyll.

Erläutern Sie anschließend auf molekularer Ebene der Fotosynthese die verminderte CO<sub>2</sub>-Bindungsleistung von Waldbäumen bei Trockenheit (Material 3).

[14 BE]

- d) Geben Sie zuerst die jeweilige ökologische Beziehung von Borkenkäfern und Spechten sowie Borkenkäfern und Schlupfwespen an (Material 4).

Beurteilen Sie anschließend die Überlegung kranke und tote Bäume im Fichtenforst bzw. Mischwald zu belassen (Material 4 und 5).

[12 BE]

#### Hinweis:

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

#### Quellen:

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft BMEL (2021): Waldbericht der Bundesregierung  
Mund, M. et al. (2015): Klimaschutzwirkung des Wald- und Holzsektors  
Wermelinger, Beat (2022): Ökologische Bedeutung des Borkenkäfers, Eidgenössische Forschungsanstalt St. Gallen

### Material 1

Um den Kohlenstoffkreislauf in einem terrestrischen Ökosystem zu skizzieren, werden die in Tabelle 1 aufgeführten Fachbegriffe verwendet. Eine Mehrfachnennung ist möglich.

Abgestorbene Biomasse	Fotosynthese	Produzenten
Biomasse	Kohlenstoffdioxid	Sauerstoff
Destruenten	Konsumenten	Zellatmung

**Tab. 1:** Fachbegriffe

### Material 2

Das Ökosystem Wald leistet einen wichtigen Beitrag zur Senkung des Kohlenstoffdioxidgehaltes in der Atmosphäre. Waldbäume wachsen über Jahrzehnte und können dadurch besonders lange Kohlenstoffdioxid aufnehmen und Kohlenstoff binden.

Ökosysteme, die mehr Kohlenstoffdioxid aufnehmen als sie abgeben, werden im Zusammenhang mit dem globalen Kohlenstoffkreislauf als Kohlenstoffsenke bezeichnet.

Ökosysteme, in denen gebundener Kohlenstoff über einen längeren Zeitraum erhalten bleibt, werden als Kohlenstoffspeicher bezeichnet.

Die Abbildung ist aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

**Abb. 2:** Entwicklung der Biomasseverteilung in einem Waldbaumbestand

### Material 3

Die Kohlenstoffbindung der lebenden Waldbiomasse in Deutschland ist im Jahr 2017 auf die Rekordmenge von 1,2 Milliarden Tonnen Kohlenstoff angestiegen. Im Totholz lagerten zusätzlich 33,6 Millionen Tonnen Kohlenstoff. Aufgrund der vielen Trockenperioden seit 2018 beträgt jedoch der Rückgang der CO<sub>2</sub>-Bindungsleistung nach vorläufigen Schätzungen ca. 5 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr. Die CO<sub>2</sub>-Fixierung erfolgt zuerst im Calvin-Zyklus (siehe Abbildung 3) und die eigentliche CO<sub>2</sub>-Bindung in der Cellulose von Zellwänden, für dessen Synthese Glucose benötigt wird.

Die Abbildung ist aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

**Abb. 3:** Vereinfachtes Schema der Fotosynthese-Reaktionen

#### Material 4

Wälder bestehen hauptsächlich aus gesunden jungen und alten Bäumen sowie aus einzelnen geschwächten und kranken Bäumen. Auch die geschwächten und kranken Bäume sind die Grundlage für viele ökologische Wechselbeziehungen. Ihre Anzahl hat sich durch die extreme Trockenheit der letzten Jahre erhöht. Nadelbäume bilden bei langer Trockenheit nicht mehr ausreichend Harz zur Abwehr von Insekten in der Rinde. Diese Bäume werden gezielt von Borkenkäfern besiedelt. Für ihre Eiablage können Borkenkäfer jetzt Röhren durch die Rinde bis auf den Bast (wasserleitende Zellen) bohren. Durch den Fraß der Borkenkäferlarven und der Jungkäfer im Bast löst sich die Rinde vom Stamm. Dadurch wird die Wasser- und Assimilateleitung unterbrochen und der Baum stirbt ab, bleibt aber vorerst stehen. In den artenarmen Fichtenforsten hat sich der Borkenkäfer in den trockenen Jahren sprunghaft vermehrt.

Für Schlupfwespen erweist sich die geschädigte Rinde als Vorteil für ihre Vermehrung. Sie erreichen jetzt leichter die Borkenkäferlarven und legen in diese ihre Eier ab. Nachdem die Schlupfwespenlarven geschlüpft sind, ernähren sich diese von den Borkenkäferlarven. Auch Spechte ernähren sich von Borkenkäfern. Sie picken die Borkenkäfer von der Rindenoberfläche und hacken die Larven, Puppen und Jungkäfer aus der Baumrinde heraus. Dabei fallen Rindenplatten zu Boden und die darin liegende Borkenkäferbrut wird von anderen Vögeln und Käfern gefressen.

Spechte bauen ihre Bruthöhlen im stehenden Totholz. Diese verlassenen Bruthöhlen und Käfergänge nutzen anschließend viele Insekten, Vögel und Fledermäuse ebenfalls als Brut-, Nist- und Schlafgelegenheiten. Zu einem späteren Zeitpunkt dient dann das am Boden liegende Totholz vielen Amphibien, Fliegen- und Mückenarten als Lebensraum und Überwinterungsort.

Hinweis: Ein Fichtenforst ist eine Fichtenanpflanzung in Monokultur zur Holzgewinnung ohne Totholz.

Die Abbildung ist aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

**Abb. 4:** Borkenkäfer und Fraßgänge im Bast

#### Material 5

Die Abbildung ist aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

**Abb. 5:** Artenvielfalt und Altersstruktur in einem Mischwald

## Schriftliche Abiturprüfung 2023 im dritten Prüfungsfach

### Grundkurs Biologie

Montag, 8. Mai 2023 - 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 (0421...)** 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
<p>a) 1: synaptisches Endknöpfchen / 2: Transmitter / 3: Vesikel / 4: <math>Ca^{2+}</math>-Kanal / 5: präsynaptische Membran / 6: synaptischer Spalt / 7: postsynaptische Membran / 8: Rezeptor / 9: Ionenkanal / 10: transmitterspaltendes Enzym</p>	5		
	7		
<p>b) Der Verzehr salziger Speisen führt zu einer Erhöhung der Natriumionen Konzentration außerhalb der Sinneszelle. Dementsprechend diffundieren Natriumionen ihrem Konzentrationsgradienten folgend durch die stets geöffneten Kanäle in die Zelle ein und depolarisieren sie. Durch diese Depolarisation öffnen sich spannungsabhängige Natriumionen-Kanäle, die die Depolarisation verstärken. Als Folge öffnen sich spannungsabhängige Calciumionen-Kanäle. Der Einstrom von Calciumionen bewirkt die Exocytose von Transmitter-Vesikeln. Die daraus resultierende Depolarisation der nachgeschalteten Nervenzelle löst dort daraufhin ein Aktionspotential aus.</p> <p>Sowohl bei der Elritze als auch beim Menschen führt der Einstrom von Natriumionen zur Depolarisation der Rezeptorzelle, was weitere Schritte auslöst. Ebenfalls gemein ist beiden Prozessen, dass durch die Depolarisation spannungsabhängige Calciumionen Kanäle geöffnet werden, was die Ausschüttung von Transmittern zur Folge hat.</p> <p>Unterschiedlich ist, dass bei der Elritze in der Rezeptorzelle ein Aktionspotential entsteht, das zur Öffnung der spannungsabhängigen Calcium-Ionen Kanäle führt, während dies beim Menschen direkt durch die Depolarisation mit Natriumionen geschieht. Ein weiterer Unterschied ist, dass bei der Rezeptorzelle der Elritze ebenfalls spannungsabhängige Kaliumionen Kanäle an einem Aktionspotential beteiligt sind, die es in der menschlichen Rezeptorzelle nicht gibt.</p>	2	4	
		6	
<p>c)</p>			3

<p>Da Maitotoxin das Öffnen der spannungsabhängigen <math>\text{Ca}^{2+}</math>-Kanäle bewirkt, führt es zu einer verstärkten Ausschüttung des Transmitters ACh, sodass die ACh-Konzentration im synaptischen Spalt stark erhöht ist. Die sehr hohe ACh-Konzentration bewirkt eine dauerhafte Öffnung aller transmittergesteuerten <math>\text{Na}^+</math>-Kanäle an der postsynaptischen Membran, wodurch der Einstrom von <math>\text{Na}^+</math> in die postsynaptische Zelle stark ansteigt und stagniert. Es kommt daraufhin zu einer dauerhaften Depolarisation der postsynaptischen Membran, was eine dauerhafte Erregung zur Folge hat, wodurch Krämpfe entstehen. Aufgrund der hohen ACh-Konzentration im synaptischen Spalt entstehen beim Abbau des Transmitters durch das Enzym ACh-Esterase zudem große Mengen an ACh-Spaltprodukten.</p> <p>Atropin ist nur bedingt geeignet. Einerseits unterbindet es die Übertragung der Erregung, indem es an die Rezeptoren an der postsynaptischen Membran bindet, sodass ACh nicht an die Rezeptoren binden kann. Dadurch kann die Dauererregung zwar gestoppt werden, jedoch sind die <math>\text{Ca}^{2+}</math>-Kanäle weiterhin geöffnet und eine Signalweiterleitung kann nicht wieder hergestellt werden. Das im Spalt verbleibende Atropin führt zu einer Lähmung der Muskeln.</p>	7	2	4
<p>Verteilung der insgesamt <b>40</b> Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche</p>	<b>14</b>	<b>20</b>	<b>6</b>

### Quellenangaben

**Titelbild**

Universität Duisburg-Essen. verfügbar unter: <https://www.presseportal.de/pm/62259/4413238> [letzter Zugriff: 30.11.22]

**Teilaufgabe a)**

Abituraufgabe Biologie, Aufgabe 2. Thüringen, 2011 (verändert).

**Teilaufgabe b)**

Peters, Jörn (Hrsg.). (2019). Bioskop Gesamtband SII. Braunschweig: Westermann. Seite 439.  
 Abbildungen: erstellt auf biorender.com

**Teilaufgabe c)**

Maitotoxin (o.D.). verfügbar unter: <https://www.chemie.de/lexikon/Maitotoxin.html> [letzter Zugriff: 17.11.22]

Abituraufgabe Biologie, Aufgabe 2. Bremen, 2017.

**Aufgabe 2 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>Das Enzym RNA-Polymerase bindet an den Promotor eines Gens auf der DNA, entwindet sie und löst die Wasserstoffbrückenbindungen zwischen den Basen. So wird die DNA in Einzelstränge aufgetrennt und daraufhin entsteht eine Transkriptionsblase. Am codogenen Strang lagern sich nach dem Prinzip der komplementären Basenpaarung RNA-Nukleotide an und werden durch die RNA-Polymerase zu einer einzelsträngigen mRNA verbunden. Die RNA-Polymerase wandert am codogenen Strang in 3'- 5'-Richtung entlang. Die Synthese der mRNA erfolgt vom 5'-Ende zum 3'-Ende. Beendet wird die Transkription durch das Erreichen der Terminatorregion, die Transkriptionsblase wird geschlossen und die mRNA wird freigesetzt.</p>	8		
b)	<p>PCR-Produkt A ist der Mutante 3 zuzuordnen, da es sowohl in Sequenzlänge, als auch PCR-Produkt-Größe mit dem PCR-Produkt des Wildtyps übereinstimmt und daher auf dem Gel dasselbe Bandenmuster zeigt.                      PCR-Produkt B ist der Mutante 2 zuzuordnen, da in diesem die Sequenz gegenüber dem Wildtyp um 33bp verkürzt ist und es daher als sichtbare Bande im Gel am weitesten gewandert ist.                      PCR-Produkt C ist der Mutante 1 zuzuordnen, da in diesem die Sequenz um 10 bp gegenüber dem Wildtyp verkürzt ist und es daher als sichtbare Bande im Gel geringfügig weiter als das PCR-Produkt des Wildtyps gewandert ist.</p> <p>In der DNA-Sequenz der Mutante 3 existiert nur ein Basenaustausch gegenüber der Wildtyp-Sequenz, der nicht zu einer bedeutenden Veränderung des Proteins führt. Daher wird dieses weiterhin schwer wasserlöslich sein.                      In der Mutante 1 ist die DNA-Sequenz um 10 bp verkürzt. Diese Anzahl entspricht nicht einem Vielfachen eines Basen-Triplets. Daher führt dies zu einer Veränderung der Aminosäure-Abfolge im Protein und längerfristig zum Abbruch der Proteinbiosynthese. Es wird kein funktionelles Protein gebildet.                      In der Mutante 2 ist die DNA-Sequenz um 33 bp verkürzt, also um ein Vielfaches eines Basentriplets. Es wird ein verkürztes Protein gebildet. Daher sollte die Mutante 2 das besser wasserlösliche Kafirin-Protein bilden.</p>		6	
c)		3	5	

d)	<p>Das physiologische Verhalten bei Temperaturwechsel ist von Weizen und Hirse sehr ähnlich. Erhöht man, die Temperatur, so steigt deren Wachstumsrate bei Temperaturen über 10 °C bis zum Optimum exponentiell an. Steigt die Temperatur weiter an, so kommt es bei beiden Pflanzenarten zu einer starken Abnahme des Pflanzenwachstums.</p> <p>Jedoch unterscheiden sich beide Pflanzenarten im Spektrum ihrer Temperaturtoleranz. Während die Hirse erst bei Temperaturen über 5 °C wächst, besitzt der Weizen sein Temperaturminimum bei 3 °C. Jedoch stellt der Weizen sein Pflanzenwachstum bereits bei 35 °C ein. Die Hirse erreicht dagegen erst bei 45 °C ihr Temperaturmaximum. Der physiologische Toleranzbereich der Hirse ist also etwas größer. Er umfasst also ca. 40 Kelvin, der des Weizens ca. 32 Kelvin. Optimales Wachstum zeigt der Weizen bei Temperaturen um 25 °C. Die Hirse bevorzugt dagegen Temperaturen um 30 °C.</p> <p>Die Hirse benötigt pro Gramm gebildetes Pflanzenmaterial deutlich weniger Wasser als der Weizen. Dies liegt wahrscheinlich daran, dass sie ihre Spaltöffnungen während der Lichtperiode des Tages teilweise geschlossen hält und somit die Transpiration verringert. Allerdings wird nun auch weniger CO<sub>2</sub> durch die Spaltöffnungen diffundieren. Dies würde normalerweise zu einer geringeren Fotosyntheserate als beim Weizen führen, bei dem diese Regulation der Spaltöffnungen nicht stattfindet. Da das zusätzliche Hirseenzym PEP-Carboxylase allerdings auch schon CO<sub>2</sub> bei geringeren atmosphärischen Konzentrationen binden kann, kann die Hirse schon CO<sub>2</sub> bei niedrigeren Konzentrationen effektiv auf die RUBISCO des Calvinzyklus übertragen. Betrachtet man die Temperatur-Toleranzkurven, so zeigt die Hirse eine bessere Temperaturtoleranz bei hohen Temperaturen über 30 °C. Aus diesen Gründen eignet sich die Hirse besser für trockene und heiße Standorte als der Weizen.</p>	3	3	
	Verteilung der insgesamt <b>40</b> Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche	<b>14</b>	<b>20</b>	<b>6</b>

## Quellenangaben

Titelbild:

<https://www.nsg-schlichem.info/kulturlandschaft.html> (13.11.2022)

Abbildung 1.1:

<https://sweetgum.nybg.org/science/vh/specimen-details/?irn=2021285> (13.11.2022)

Abbildung 4:

<https://identify.plantnet.org/de/the-plant-list/species/Triticum%20aestivum%20L./data> (02.12.2022)

Teilaufgabe a)

Abituraufgabe Biologie, Grundkurs, Aufgabe B1. Bremen, 2018.

Teilaufgabe b)

Li, A., Jia, S., Yobi, A., Ge, Z., Sato, S.J. Zhang, C., Angelovici, R., Clemente, T.E. und Holding, D.R.: Editing of an alpha-kafirin gene family increases digestibility and protein quality in Sorghum. *Plant Physiology* (2018) 177:1425-1438.

<https://www.pflanzenforschung.de/de/pflanzenwissen/journal/von-der-waisenfrucht-zur-wunderpflanze-orphan-crops-gel-11099> (02.10.2022).

Schledz, M., 2022.

Teilaufgabe c und d)

Abituraufgabe Biologie Nachschreiber, grundlegendes Niveau, Aufgabe 2. Niedersachsen, 2017.

Abituraufgabe Biologie, Leistungskurs, Aufgabe A3. Baden-Württemberg 1983.

Schledz, M., 2022.

**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)				
b)	<p>Phase I: Ein junger Wald bis zum Alter von ca. 40 Jahre hat den größten Blattanteil im Verhältnis zu dem Anteil an Ästen, Stämmen und Wurzeln. Hier überwiegt die Assimilation die Dissimilation und ein Biomasseaufbau findet statt. Zu diesem Zeitpunkt ist der Wald eine Kohlenstoffsenke.</p> <p>Phase II: Ab einem Alter von 40 bis 60 Jahren verringert sich der Anteil der Blattbiomasse in einem Wald, wohingegen sich der Anteil von Zweigen, Stämmen und Wurzeln an der Biomasse auf fast 90% erhöht. Dies führt zu einer Verringerung der Differenz zwischen Assimilation und Dissimilation, wodurch die Waldfunktion einer Kohlenstoffsenke sinkt und die des Kohlenstoffspeichers steigt.</p> <p>Phase III: Ein Wald ab einem Alter von ca. 60 Jahren hat einen gleichbleibenden Blatt- und Holzanteil. Hier gleichen sich Assimilation und Dissimilation aus und es kommt zu keinem weiteren Biomassezuwachs. Durch den Erhalt von Stämmen und Wurzeln entspricht die Waldfunktion der eines Kohlenstoffspeichers.</p>	3	6	
c)	<p>Die Fotosysteme der Fotosynthese befinden sich in der Thylakoidmembran von Chloroplasten. Chlorophyll ist hierbei das zentrale Moleküle, welches von Hilfspigmenten umgeben wird. Die Hilfspigmente und Chlorophyll absorbieren die meiste Lichtenergie bei 680 und 700 nm. Die Aufgabe der Hilfspigmente besteht darin, die aufgefangene Lichtenergie an das Chlorophyll weiter zu leiten. Im Chlorophyll werden mit dieser gesammelten Energie Elektronen auf ein höheres Energieniveau gebracht.</p> <p>Bei Trockenheit verringert sich die CO<sub>2</sub> Bindungsleistung, weil die Fotosyntheserate/-leistung sinkt. Ohne Wasser findet eine Fotolyse nicht mehr statt und es werden deshalb keine Elektronen im Fotosystem II ersetzt. Die Elektronentransportkette ist unterbrochen. In den Redoxsystemen fehlt nun die in den Elektronen gebundene Energie um Protonen aus dem Stroma in den Thylakoidinnenraum zu pumpen. Ein Protonengradient kann nicht aufgebaut werden, wofür zusätzlich auch die Protonen aus der Fotolyse vom Wasser fehlen. Ohne einen Protonengradienten kann kein ATP aufgebaut werden. Durch den fehlenden Elektronenfluss können vom FS I ebenfalls keine Elektronen an das angrenzende Protein zum Aufbau von NADPH+H<sup>+</sup> übertragen werden. Es fehlen die Energieträger NADPH+H<sup>+</sup> und ATP aus der lichtabhängigen Reaktion. Dies hat zur Folge, dass kein CO<sub>2</sub> mehr im Calvin-Zyklus</p>	4		

	fixiert und zu Glucose aufgebaut sowie im weiteren Stoffwechsel als Cellulose von Zellwänden gebunden werden.	2	8	
d)	Zwischen Specht und Borkenkäfer besteht eine Räuber-Beute Beziehung und Parasitismus besteht zwischen Schlupfwespe und Borkenkäfer. Die Überlegung kranke und tote Bäume in einem Fichtenforst zu belassen führt zu einer Massenvermehrung von Schädlingen, z.B. den Borkenkäfern. Durch diesen Erhalt der Wirtsbäume werden weitere Waldbestände in Monokultur gefährdet, weil eine natürliche Regulation der Borkenkäferpopulation durch Fressfeinde und Parasiten aufgrund der fehlenden Artenvielfalt nicht zu erwarten ist. Diese Überlegung wird deshalb nicht befürwortet. Die Überlegung kranke und tote Bäume im Mischwäldern zu belassen führt zu weiteren Lebensräumen für Pilze, Insekten, Amphibien und Vögeln und somit zu einer höheren Artenvielfalt. Insbesondere Spechte sind für den Bau ihrer Bruthöhlen auf tote Bäume angewiesen, die zudem vielen weiteren Organismen einen Lebensraum bieten. Die Artenvielfalt von Pflanzen steigt ebenfalls an, weil tote und kranke Bäume, wie in der Zerfallsphase eines Waldes, Lichtungen entstehen lassen auf denen zuvor in der Lichtkonkurrenz unterlegene Pflanzenarten wieder wachsen können. Das Totholz bietet zudem vielen Fressfeinden von Schädlingen und deren Parasiten einen Lebensraum, wodurch eine natürliche Schädlingsregulierung möglich ist. Für Mischwälder wird diese Überlegung somit befürwortet, weil dadurch die Artenvielfalt steigt und die Nahrungsbeziehungen vernetzter werden, was insgesamt zu einem stabileren und sich selbst regulierenden Ökosystem führt.		2	
			4	6
Verteilung der insgesamt <b>40</b> Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche		<b>14</b>	<b>20</b>	<b>6</b>

## Quellenangaben

Titelbild

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2021): Waldbericht der Bundesregierung

Abbildung 2

Verändert nach Matyssek, R. et al (2010): Biologie der Bäume, Eugen Ulmer Verlag Stuttgart, S. 280

Abbildung 3

Beyer; I. et. al. (2006): Natura Oberstufe – Biologie für Gymnasien, Klett Verlag Stuttgart

Abbildung 4

Spektrum Verlag Lexikon der Biologie: Borkenkäfer, <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/borkenkaefer/10078>, 24.09.22

Abbildung 5

Beyer; I. et. al. (2006): Natura Oberstufe – Biologie für Gymnasien, Klett Verlag Stuttgart

Teilaufgabe a)

Braun, J. et al (2011): Biologie heute SII, Schroedel Verlag

Teilaufgabe b)

Matyssek, R. et al (2010): Biologie der Bäume, Eugen Ulmer Verlag Stuttgart, S. 280

Mund, M. et al. (2015): Klimaschutzwirkung des Wald- und Holzsektors (...). In: BfN-Skripten 396

Teilaufgabe c)

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2021): Waldbericht der Bundesregierung

Lawler, D. W. (1990): Photosynthese, Thieme Verlag, S. 254 ff

Teilaufgabe d)

Bayrisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (2021): Borkenkäfer - Buchdrucker und Kupferstecher, <https://www.stmelf.bayern.de/wald/waldschutz/borkenkaefer/index.php> 26.09.22

Dörfler, Inken und Weisser, Wolfgang (2018): Mehr Totholz für mehr Artenvielfalt, <https://www.lwf.bayern.de/biodiversitaet/biologische-vielfalt/231414/index.php>, 24.09.22

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (2022) <https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/schadensmanagement/trockenheit/trockenheit-im-wald>, 30.08.22

Kautz, Markus, Sander Felicitas, Delb Horst (2022): Borkenkäfer Newsletter Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, [https://www.fva-bw.de/fileadmin/publikationen/ws\\_bk/2021/fva-newsletter\\_borkenkaefer\\_suedwest\\_24\\_09\\_2021.pdf](https://www.fva-bw.de/fileadmin/publikationen/ws_bk/2021/fva-newsletter_borkenkaefer_suedwest_24_09_2021.pdf) 24.09.21

Wermelinger, Beat (2022): Ökologische Bedeutung des Borkenkäfers, Eidgenössische Forschungsanstalt St. Gallen, <https://www.sg.ch/umwelt-natur/wald/-rund-um-den-st-galler-wald/waldschutz/schadorganismen/oekologische-bedeutung-von-borkenkaefern.html> 24.09.22

Wermelinger, Beat und Bütler, Rita (2016): Borkenkäfer aufgepasst: Dreizehenspecht, Eidgenössische Forschungsanstalt St. Gallen, <https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/schadensmanagement/insekten/dreizehenspecht-und-borkenkaefer> 24.09.22