
Schriftliche Abiturprüfung Leistungskursfach Biologie

- E R S T T E R M I N -

Material für den Prüfling

Aufgabe 1, Aufgabe 2 und Aufgabe 3

Allgemeine Arbeitshinweise

Aufgabe 1 und Aufgabe 2 sind von allen Prüflingen zu bearbeiten. Bei Aufgabe 3 ist nur eine der zur Auswahl stehenden Wahlaufgaben 3.1 oder 3.2 zu lösen.

Ihre Gesamtarbeitszeit beträgt **315 Minuten**. Diese Angabe schließt bereits zusätzliche 15 Minuten für die Aufgabenauswahl und das Einrichten des Experimentierplatzes mit ein.

Bei jeder der zu bearbeitenden Aufgaben sind jeweils 40 Bewertungseinheiten (BE) erreichbar.

Zugelassene Hilfsmittel:

- Wörterbuch der deutschen Rechtschreibung
- grafikfähiger, programmierbarer Taschenrechner mit oder ohne Computer-Algebra-System. Die Software eines solchen Taschenrechners oder eine gleichwertige Software kann auch auf einer anderen geschlossenen Plattform verwendet werden.
- Zeichengeräte
- im Unterricht eingeführtes Pflanzenbestimmungsbuch mit dichotomem Bestimmungsschlüssel ohne farbige Illustrationen und ohne Abbildung des gesamten Pflanzen-Habitus
- Computer oder ein computergestütztes Messwernerfassungssystem im Rahmen einer geschlossenen Plattform im Falle einer entsprechenden Aufgabenstellung zur möglichen Nutzung. Es muss die jeweilige Software installiert sein, die der Prüfling im Unterricht für die Erfassung und Auswertung von Messwerten genutzt hat. Das Hilfsmittel wird für die experimentelle oder praktische Tätigkeit benötigt.

Handelt es sich bei den Hilfsmitteln um Wörterbücher, sind jeweils nichtelektronische und elektronische Wörterbücher zugelassen, sofern sie geschlossene Systeme ohne Möglichkeit der Speichererweiterung sind. Internetfähige Hilfsmittel sind ausgeschlossen.

Prüflinge, deren Herkunftssprache nicht oder nicht ausschließlich Deutsch ist, können zusätzlich ein zweisprachiges Wörterbuch (Deutsch-Herkunftssprache/Herkunftssprache-Deutsch) verwenden.

Prüfungsinhalt

Aufgabe 1

Beeinflussung der Mitochondrien-Funktion

Mitochondrien sind die zentralen Zellorganellen im Energiestoffwechsel eukaryotischer Zellen. Durch verschiedene innere und äußere Einflüsse können Mitochondrien jedoch in ihrer Funktion geschädigt werden.

	BE
1 Fertigen Sie eine beschriftete Skizze des elektronenmikroskopisch erkennbaren Aufbaus eines Mitochondriums an. Begründen Sie die Wirkung der Valproinsäure auf die Funktionalität des Mitochondriums (M 1).	8
2 Erläutern Sie, wie die Energiebereitstellung in den Zellen auch bei einer Mitochondriopathie aufrechterhalten bleibt (M 2).	6
3 Leiten Sie mithilfe des Familienstammbaums mögliche Erbgänge der dargestellten Vererbung einer Mitochondriopathie unter Ausschluss anderer Erbgänge ab (M 2).	8
4 Erklären Sie, wie es ausgehend von einem Gendefekt zu den Symptomen des α -Ketoglutarat-Dehydrogenase-Mangels kommt (M 3).	6
5 Erklären Sie den ATP-Mangel in der Zelle, der auf der Öffnung der mitochondrialen Permeabilitätstransitionsporen (mPTP) beruht (M 4). Beurteilen Sie, ob die dargestellten Ergebnisse der Untersuchung die Untersuchungshypothese stützen (M 4).	12

Material 1: Valproinsäure – ein Medikament mit Nebenwirkungen

Der Wirkstoff Valproinsäure wird u. a. als Antiepileptikum und als Medikament in der Psychiatrie eingesetzt. Untersuchungen von Mitochondrien aus Leberzellen mit Schädigungen, die durch Valproinsäure verursacht sind, zeigen strukturelle Veränderungen an der inneren Mitochondrienmembran, insbesondere in der räumlichen Struktur der Proteine.

(in Anlehnung an: Gröber, 2012)

Material 2: Mitochondriopathien

Mitochondriopathien sind eine heterogene Gruppe von Erkrankungen, deren Ursache in einer Fehlfunktion der Mitochondrien liegt. Organe mit hohem Energiebedarf wie z. B. Muskeln sind besonders betroffen. In defekten Mitochondrien kann Pyruvat (Brenztraubensäure) nicht mehr aerob abgebaut werden. Ein erhöhter Laktatwert (Milchsäurekonzentration) im venösen Blut ist demnach ein wichtiger Indikator für das Vorliegen eines mitochondrialen Defektes.

Neben erworbenen Formen der Mitochondriopathie gibt es auch vererbte Formen (Abb. 1). Der Gendefekt wird dabei nicht Y-chromosomal vererbt.

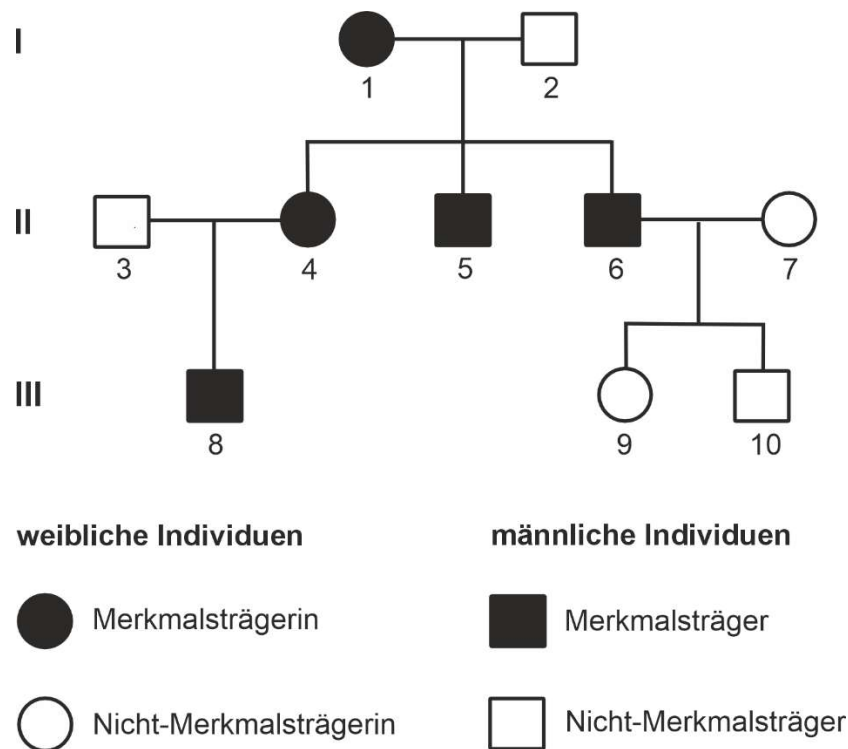


Abb. 1: Familienstammbaum einer Familie, in der eine erbliche Mitochondriopathie auftritt

verändert nach: Deschauer, Zierz, 2020

Material 3: α -Ketoglutarat-Dehydrogenase-Mangel

Eine Form der Mitochondriopathie, bei der die Mitochondrien stark in ihrer Funktion beeinträchtigt sind, basiert auf einem α -Ketoglutarat-Dehydrogenase-Mangel. Er beruht auf einem Gendefekt, der bei Betroffenen unter anderem Muskelschwäche, Störungen der Feinmotorik und plötzliches Herzversagen auslöst. Der Enzymkomplex α -Ketoglutarat-Dehydrogenase wirkt im Rahmen des Tricarbonsäurezyklus (Citratzyklus) beim abbauenden Zellstoffwechsel.

in Anlehnung an: Odièvre et al., 2008

Material 4: Der Stoff Minozyklin und seine Schutzwirkung auf Mitochondrien

In der neueren medizinischen Forschung gibt es verschiedene Hinweise darauf, dass eine Fehlfunktion der Mitochondrien auch bei der Entstehung der Alzheimer-Demenz eine Rolle spielen kann. Diese Krankheit geht u. a. mit einer erhöhten mitochondrialen Calcium-Ionen-Konzentration einher. Eine erhöhte mitochondriale Calcium-Ionen-Konzentration kann zum Öffnen der sogenannten mitochondrialen Permeabilitätstransitionsporen (mPTP) führen. Eine mPTP ist ein Komplex verschiedener Proteine, die in der inneren und äußeren Mitochondrienmembran lokalisiert sind. Die Öffnung der Poren bewirkt einen starken Anstieg der Permeabilität der inneren Mitochondrienmembran für Moleküle und Ionen. Als Folge des daraus resultierenden ATP-Mangels kann es zum Absterben der Zelle kommen. Erkennbar ist eine Öffnung der mPTP an einem Anschwellen der Mitochondrien, der auf dem osmotisch bedingten Einstrom von Wasser beruht.

In einer Studie wurde die Hypothese untersucht, dass der Stoff Minozyklin (MZ), der seit langer Zeit bereits als Antibiotikum eingesetzt wird, die mPTP blockieren kann. Dazu wurden in einer Versuchsreihe isolierte Mitochondrien aus Rattenleberzellen in einem Untersuchungsmedium kultiviert. Verschiedenen Ansätzen, die mit Minozyklin-Lösungen unterschiedlicher Konzentrationen (200 $\mu\text{mol/L}$, 100 $\mu\text{mol/L}$ und 50 $\mu\text{mol/L}$) versetzt waren, wurde zu einem bestimmten Zeitpunkt jeweils die gleiche Menge einer calciumionenhaltigen Lösung zugesetzt. In allen Fällen wurde das Schwellungsverhalten der Mitochondrien über die Messung der Lichtabsorption der Zellkulturen verfolgt, da ein Anschwellen der Mitochondrien zu einer Abnahme der Lichtabsorption führt. Folgende Ergebnisse wurden erhalten (Abb. 2).

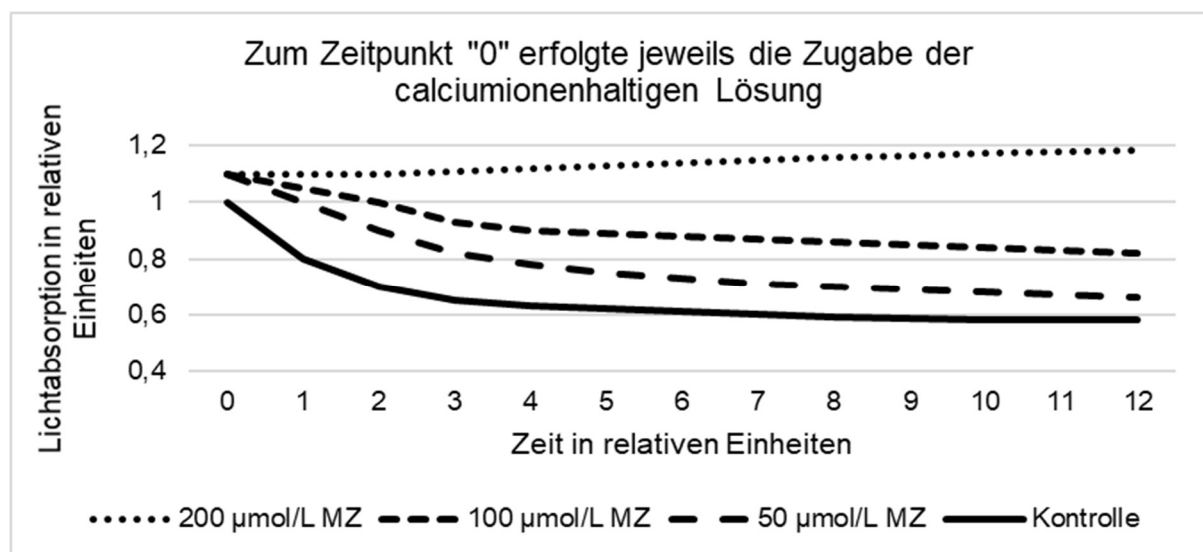


Abb. 2: Ergebnisse der Versuche

verändert nach: Kupsch, 2009

LEERSEITE

Aufgabe 2

Giftige Skorpione

Skorpiongifte sind Neurotoxine, die von Skorpionen zum Erlegen von Beutetieren und zur Feindabwehr eingesetzt werden. Lediglich 2,5 % der ca. 2.000 bekannten Skorpionarten produzieren Gifte mit einer für den Menschen potenziell tödlichen Wirkung.

	BE
1 Fertigen Sie auf unliniertem Papier eine beschriftete schematische Zeichnung einer Synapse an. Stellen Sie die Erregungsübertragung an einer erregenden und an einer hemmenden Synapse anhand von drei Kriterien gegenüber.	8
2 Beschreiben Sie die Entstehung und den Verlauf eines Aktionspotenzials. Erklären Sie die Veränderung des Aktionspotenzials nach Injektion des AaHI-Toxins (M 2).	8
3 Skizzieren Sie einen möglichen beschrifteten Versuchsaufbau zur Messung von Membranpotenzialen am Axon.	5
4 Werten Sie die Diagramme in Material 1 aus (M 1).	9
5 Stellen Sie die Bildung von Toxin-Antikörpern in Form eines Fließschemas dar (M 3).	5
6 Erklären Sie die Entstehung der Immunität gegen Skorpiongifte bei <i>Otonycteris hemprichii</i> im Sinne der Synthetischen Evolutionstheorie (M 3). Beziehen Sie das Wirken von drei Evolutionsfaktoren ein.	5

Material 1: Wirkung der Toxine α - und β -NaTx auf eine Synapse

Skorpiontoxine sind Peptide, die als Neurotoxine wirken. Aufgrund ihrer Wirkung werden sie in zwei Gruppen unterteilt. Die an der Synapse wirkenden Toxine aus der Gruppe α -NaTx und β -NaTx zeigen unterschiedliche Auswirkungen auf das EPSP. Die Wirkung der Toxine wurde experimentell überprüft. Zum Zeitpunkt $t=1$ und $t=11$ erfolgte die Reizung an der Präsynapse. Die Diagramme stellen die Messungen an der Postsynapse dar.

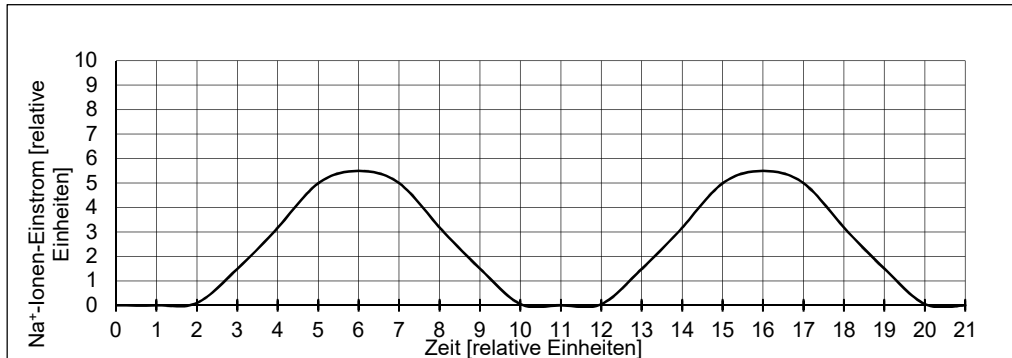


Abb. 1: ohne Zugabe von Toxin

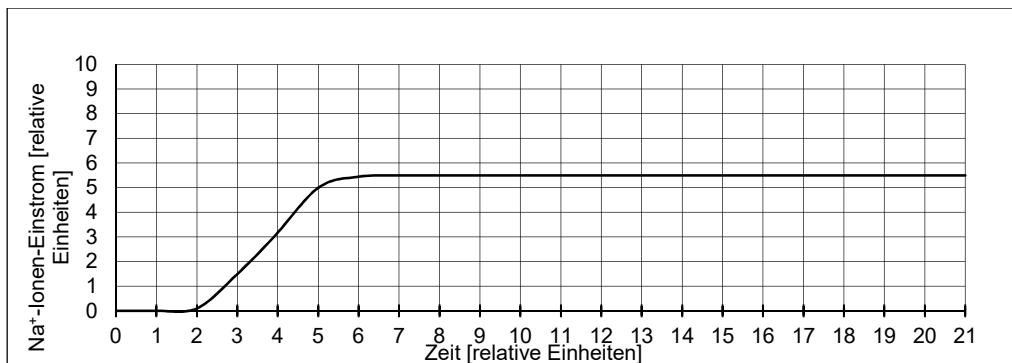


Abb. 2: mit Zugabe von α -NaTx

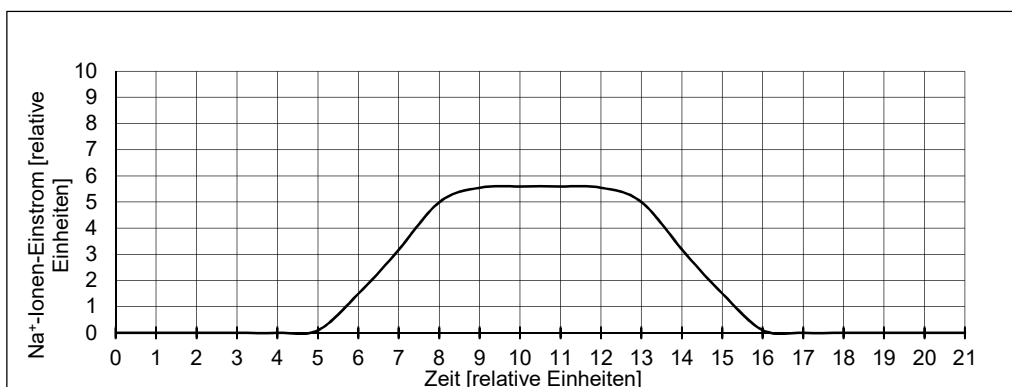


Abb. 3: mit Zugabe von β -NaTx

Material 2: Wirkung der Toxine des Sahara-Dickschwanzskorpions

Der Sahara-Dickschwanzskorpion *Androctonus australis* ist ein Vertreter der größten Familie der Skorpione, der *Buthidae*. Er ist in weiten Teilen Nordafrikas und Südasiens beheimatet und zählt zu den giftigsten Skorpionen weltweit. Sein Stich verursacht beim Menschen starke Herz-Kreislauf-Beschwerden, Verwirrtheit und Krampfanfälle, welche zum Tode führen können. Auch bei Insekten tritt schnell die tödliche Wirkung ein.

Das Gift besteht aus neurotoxischen Polypeptiden, die zusammengefasst als AaHI-Toxin (AaHIT) bezeichnet werden. In Untersuchungen zur molekularen Wirksamkeit dieser Toxine konnten Aktionspotenziale mit verlängerter Depolarisation und somit längerer Erregbarkeit der Axone gemessen werden. Ursache dafür ist die Bindung von AaHIT an spannungsgesteuerte Natrium-Ionenkanäle und spannungsgesteuerte Kalium-Ionenkanäle an der Membran des Axons.

Material 3: Immunität gegen Toxine der Skorpione

Wird ein Tier von einem Skorpion gestochen, findet in dessen Körper eine Immunreaktion statt, die zur Bildung von Toxin-Antikörpern führt. Allerdings ist die Wirksamkeit der Toxine von *A. australis* so effizient, dass der Tod sehr schnell eintritt.

Im Verbreitungsgebiet des Sahara-Dickschwanzskorpions befinden sich Populationen der Fledermausart Wüstenlangohr *Otonycteris hemprichii*. Bei der Jagd dieser Tiere nach giftigen Skorpionen erleiden sie oft Skorpionstiche im Kopfbereich, die nicht zu Vergiftungserscheinungen führen. Die Immunität von *O. hemprichii* ist unter anderem auf ihr hochwirksames Immunsystem zurückzuführen. Außerdem befinden sich in ihrem Blut bestimmte Proteine, die die Nervenzellen vor der Giftwirkung schützen.

LEERSEITE

Aufgabe 3.1

Pflanzenwachstum und Stickstoffversorgung

Das Wachstum von Pflanzen hängt von vielen verschiedenen Faktoren ab. Eine besondere Bedeutung hat dabei die Stickstoffversorgung. In der Landwirtschaft wird diese durch eine ausreichende Düngung gewährleistet. In der Natur spielen dabei nitrifizierende Bakterien eine große Rolle.

	BE
1 Stellen Sie die Unterschiede bei der Aufnahme von Wassermolekülen und Nitrat-Ionen anhand von drei Kriterien tabellarisch dar (M 1).	9
2.1 Stellen Sie eine Hypothese zur Auswirkung übermäßig nitratgedüngter Böden auf den Wasserhaushalt der Pflanzen auf (M 2).	3
2.2 Planen Sie einen Modellversuch, mit dem Sie Ihre Hypothese überprüfen können (M 1, M 2, M 3). Führen Sie den Modellversuch durch (M 2, M 3).	7
Sollten Ihnen die Planung und/ oder die Durchführung nicht gelingen oder sollten Ihnen die Ergebnisse unbrauchbar erscheinen, können Sie korrekte Daten von der Aufsicht führenden Fachlehrkraft anfordern. In diesem Fall werden 7 BE nicht erteilt.	
2.3 Stellen Sie Ihr Ergebnis in einer mikroskopischen Zeichnung dar (M 3).	7
Nach Fertigstellung der mikroskopischen Zeichnung ist das Präparat unter dem Mikroskop der Aufsicht führenden Fachlehrkraft vorzuzeigen.	
2.4 Erklären Sie anhand Ihrer Beobachtungsergebnisse ein verändertes Pflanzenwachstum bei übermäßiger Nitratdüngung auch unter Rückbezug auf die aufgestellte Hypothese (M 2, M 3).	6
3 Erläutern Sie die chemiosmotische Synthese von ATP bei <i>Nitrobacter winogradskyi</i> (M 4). Erklären Sie die Notwendigkeit einer guten Bodenbelüftung für die Aufrechterhaltung des Stickstoffkreislaufs (M 4).	8

Material 1: Stofftransport an Biomembranen

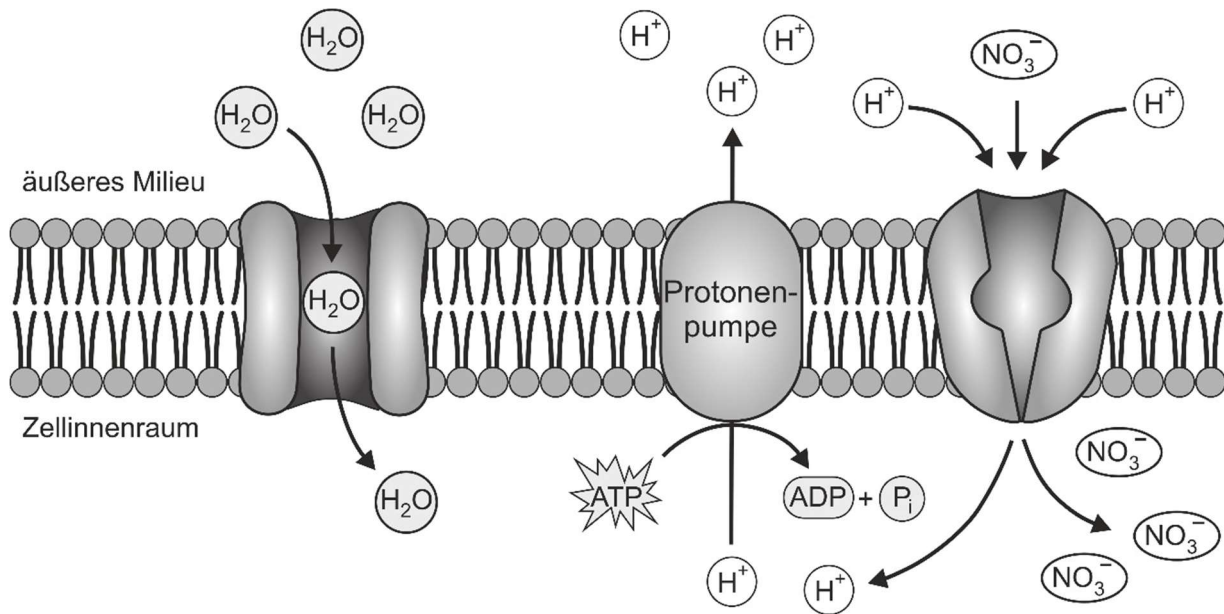


Abb. 1: Schematische Darstellung der Aufnahme von Wassermolekülen (H_2O) und Nitrat-Ionen (NO_3^-) in Pflanzenzellen

Material 2: Stickstoffdüngung

Um eine ausreichende Stickstoffversorgung und damit einen hohen Ertrag zu sichern, werden Pflanzen gedüngt. Die Pflanzen erhalten dadurch stickstoffhaltige Mineralstoffe in Form von Nitraten und Ammoniumverbindungen. Von 2010 bis 2022 wurden dabei in Deutschland in der Landwirtschaft jährlich zwischen 1,1 und 1,8 Millionen Tonnen Stickstoff verbraucht. Dazu zählen mineralischer Dünger, aber auch die Gülle aus der Tierhaltung von Schweinen und Rindern. Bei einer übermäßigen Stickstoffdüngung wird jedoch der Wasserhaushalt der Pflanze beeinträchtigt.

(in Anlehnung an: Statistisches Bundesamt, 2023)

Material 3: Untersuchung eines Frischpräparates

Folgende Geräte und Materialien stehen Ihnen zur Verfügung:

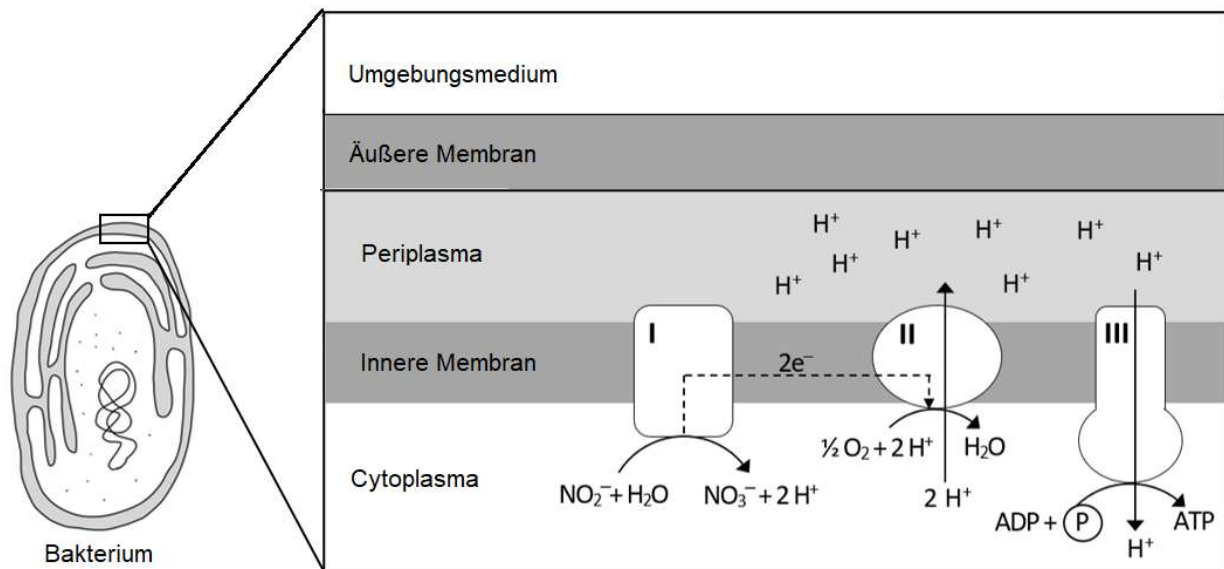
Geräte: Lichtmikroskop, Objektträger, Deckgläschen, Pasteurpipette, Präparierbesteck, Filterpapier

Materialien: rote Küchenzwiebel, Leitungswasser

Chemikalien: Kaliumnitrat-Lösung ($\omega = 10\%$)

Material 4: ATP-Synthese von *Nitrobacter winogradskyi*

Nitrobacter winogradskyi gehört zu den nitrifizierenden Bodenbakterien. Das Bakterium gewinnt seine Energie über einen Stoffwechselweg an der inneren Membran.



Legende:

----->	Elektronentransport
I, II und III	Enzymkomplexe
NO_2^-	Nitrit-Ionen
NO_3^-	Nitrat-Ionen

Abb. 2: ATP-Synthese bei *N. winogradskyi*

verändert nach: Holiencin & Gujer, 1996

LEERSEITE

Aufgabe 3.2

Sachsens Wälder in Gefahr?

Wälder liefern wichtige Rohstoffe, sind Erholungsorte, filtern die Luft, erhöhen die Luftfeuchtigkeit und schützen vor Erosion und Hochwasser.

Die häufigsten Baumarten in sächsischen Wäldern sind Fichten und Kiefern. Der forstwirtschaftliche Anbau der Wälder erfolgte über Jahrzehnte vor allem in Monokulturen. Seit 2017 sind in sächsischen Forsten sehr hohe Schäden durch den Befall mit Borkenkäfern entstanden.

	BE
1 Beschreiben Sie Bau und Funktion des Phloems. Erklären Sie die Auswirkung des Borkenkäferbefalls für den betroffenen Baum (M 1).	7
2.1 Bestimmen Sie mit Hilfe der Ihnen zur Verfügung stehenden Bestimmungsliteratur zwei der drei vorliegenden Nadelbaumarten vollständig bis zur Art. Beginnen Sie mit der Bestimmungstabelle für Nacktsamige Pflanzen. Notieren Sie die Literaturangabe zum Bestimmungsbuch und die vollständigen Bestimmungswege. Geben Sie den deutschen und wissenschaftlichen Artnamen der beiden Bäume an. Sollte Ihnen die Bestimmung nicht gelingen, so können Sie bei der Aufsicht führenden Fachlehrkraft die Namen einer oder beider Baumarten anfordern. Den nicht erbrachten Leistungen entsprechend werden je Art 4 BE nicht erteilt.	9
2.2 Ordnen Sie eine der bestimmten Baumarten mit Hilfe der Bestimmungsliteratur anhand der systematischen Kategorien in das Reich der Pflanzen ein.	3
3 Erläutern Sie die Anpasstheiten von Nadelblättern an die abiotischen Umweltfaktoren Temperatur, Wasser und Wind (M 3).	6
4 Leiten Sie vier mögliche Ursachen ab, die zu einer Massenvermehrung der Borkenkäfer in Sachsen geführt haben könnten (M 1, M 2). Ziehen Sie zwei Schlussfolgerungen bezüglich einer effektiven Bekämpfung des Borkenkäfers.	6
5 Erläutern Sie eine der in Material 4 dargestellten interspezifischen Beziehungen (M 4).	3
6 Stellen Sie die Erstbesiedelung eines Wirtsbaumes mit adulten Borkenkäfern und die Konzentration von Aggregationspheromonen in relativen Einheiten in Abhängigkeit von der Zeit in einem Diagramm graphisch dar (M 5). Leiten Sie zwei Hypothesen für einen Einsatz von Pheromonen des Borkenkäfers zu seiner möglichen Bekämpfung ab (M 5).	6

Material 1: Vermehrung von Borkenkäfern

Die Weibchen der Borkenkäfer legen ihre Eier in die Rinde. Dort fressen sich die Larven durch das Leitgewebe und ernähren sich vom Pflanzensaft.

Nach Eiablage, Larvenfraß und Verpuppung schlüpfen die Jungtiere je nach Witterung nach 7-10 Wochen. Das ermöglicht pro Jahr 2-3 Generationen mit mehr als 100.000 Nachkommen aus der Brut eines Borkenkäferweibchens.

Material 2: Fortpflanzungsbedingungen von Borkenkäfern

In der Vegetationsperiode von April bis September schwärmen Borkenkäfer bei Temperaturen ab 16,5 °C und trockener Witterung aus. Sie vermehren sich besonders in Monokulturen, in Waldbereichen mit Windwurf und Schneebruch sowie in Lagerplätzen von Stammhölzern. Laubmischwälder haben eine geringere Anfälligkeit für Borkenkäferbefall. Trockenperioden verringern die Abwehrkräfte der Bäume. Es fehlt Wasser zur Produktion für ausreichend Harz, welches das Eindringen der Käfer in den Baum behindert.

Borkenkäfer sind sehr kälteresistent. Sie überwintern geschützt unter der Borke, im Boden und im Totholz. Somit können sie bis zu 2 Jahre alt werden.

Material 3: Bau eines Nadelblattes

Die Laubblätter der Nadelbäume sind als Nadeln ausgebildet und haben meist eine im Querschnitt halbrunde Form.

Den äußeren Abschluss eines Nadelblattes bildet die Epidermis, die zusammen mit dem darunterliegenden Festigungsgewebe der Nadel ihre Festigkeit verleiht.

Das Nadelinnere ist von Fotosyntheseparenchym erfüllt. Die Wände dieser Zellen ragen wie Arme in das Zellinnere. Deshalb nennt man diese Zellen Armpalisaden. Das Fotosynthesegewebe wird in Längsrichtung von Harzkanälen durchzogen, die von einer sklerenchymatischen Scheide umgeben sind. Das Harz schützt einerseits vor Wildverbiss und andererseits bei Temperaturen unterhalb des Gefrierpunktes vor der Ausbildung von Eiskristallen.

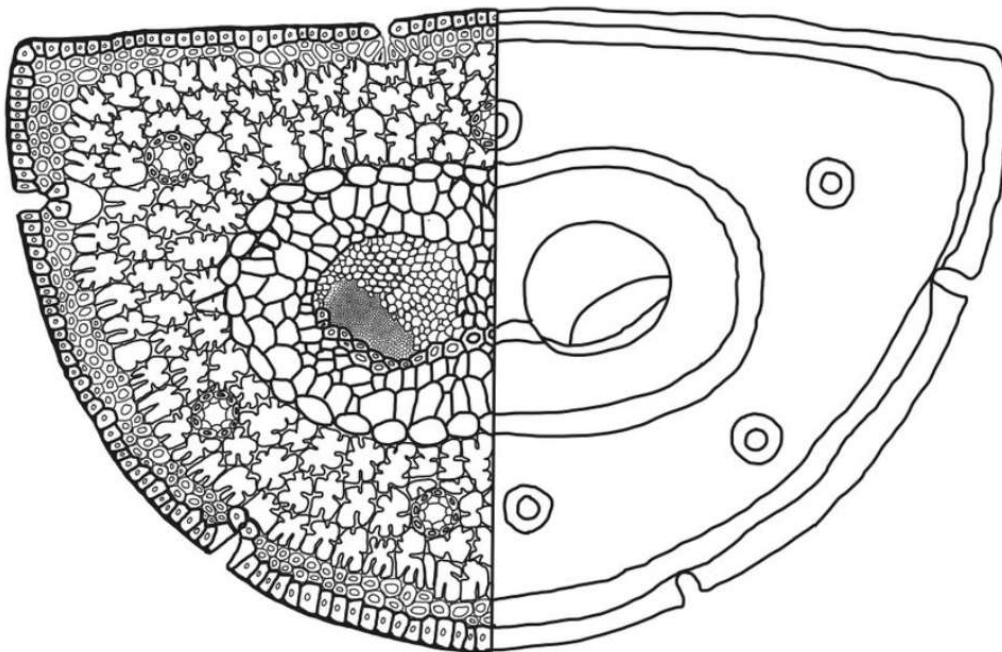


Abb. 1: Schematische Darstellung eines Nadelblattes

Material 4: Natürliche Feinde des Borkenkäfers

Borkenkäferpopulationen können bei einem geringen Befall eines Waldökosystems durch natürliche Feinde reguliert werden.

Die bekanntesten natürlichen Feinde von Borkenkäfern sind Spechte, beispielsweise der in Mitteleuropa am häufigsten vorkommende Buntspecht *Dendrocopos major*. Spechte sind in der Lage, unter der Rinde verborgene Käfer und Larven zu erreichen. Dazu benutzen sie ihre kräftigen Meißelschnäbel und mit Widerhaken besetzte Schleuderzungen.

Verschiedene Schlupfwespenarten legen ihre Eier in oder an den Eiern, Larven oder adulten Borkenkäfern ab. Die Larven entwickeln sich dann im Körper des Wirtes und fressen sich durch diesen. Dies kann zum Tod des Wirtes führen.

Material 5: Einfluss von Botenstoffen

Während des Schwärmfluges fliegen die Borkenkäfermännchen potenzielle Wirtsbäume an. An einem geeigneten Baum beginnen diese Männchen mit der Anlockung ihrer Artgenossen durch Abgabe eines körpereigenen Lockstoffes, dem so genannten Aggregationspheromon, dessen Konzentration sich zunehmend erhöht. Die so angelockten Weibchen und Männchen umschwärmen den Befallsbaum.

Sobald genügend Käfer angelockt sind, erhöht sich die Freisetzung von hemmenden Pheromonen, um den weiteren Anflug von Käfern zu begrenzen. Nach erfolgreicher Besiedlung sinkt die Konzentration an Aggregationspheromon und die Fortpflanzung beginnt. Die von den Borkenkäfern abgegebenen Aggregationspheromone werden auch von anderen Insekten wahrgenommen. So findet zum Beispiel der Ameisenbunkäfer *Thanasimus formicarius*, ein spezifischer Feind des Borkenkäfers, befallene Bäume und damit seine Beute.