

I Erläuterungen

Voraussetzungen gemäß KCGO und Abiturerlass in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung

Standardbezug

Die nachfolgend ausgewiesenen Kompetenzen sind für die Bearbeitung der jeweiligen Aufgabe besonders bedeutsam. Darüber hinaus können weitere, hier nicht ausgewiesene Kompetenzen für die Bearbeitung der Aufgabe nachrangig bedeutsam sein, zumal die Kompetenzen in engem Bezug zueinander stehen. Die Operationalisierung des Standardbezugs erfolgt in Abschnitt II.

Aufgabe	Kompetenzen									
	F1	F2	E1	E2	E3	K1	K2	K3	B1	B2
1	X									
2	X					X	X			
3	X			X			X	X		
4		X	X							
5						X		X	X	
6	X					X	X			
7		X		X				X		
8						X				
9		X		X						

Inhaltlicher Bezug

Q2: Ökologische und stoffwechselphysiologische Zusammenhänge

Q3: Neurobiologie und Verhaltensbiologie

verbindliche Themenfelder: Strukturierung von Ökosystemen an einem Beispiel (Q2.1), (Q2.2), Wechselbeziehungen zwischen Umwelt und Mensch (Q2.3), Biodiversität (Q2.5), Neurobiologie (Q3.1), Verhaltensbiologie (Q3.2), Neurologische Erkrankungen (Q3.3)

II Lösungshinweise und Bewertungsraster

In den nachfolgenden Lösungshinweisen sind alle wesentlichen Gesichtspunkte, die bei der Bearbeitung der einzelnen Aufgaben zu berücksichtigen sind, konkret genannt und diejenigen Lösungswege aufgezeigt, welche die Prüflinge erfahrungsgemäß einschlagen werden. Lösungswege, die von den vorgegebenen abweichen, aber als gleichwertig betrachtet werden können, sind ebenso zu akzeptieren.

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
1	<u>Angabe von unterrichtsbezogenen Definitionen sowie Nennung von je zwei Beispielen für charakteristische abiotische und biotische Ökofaktoren:</u> <u>Biotop:</u> Das Biotop ist der Lebensraum. Unter einem Biotop versteht man die Gesamtheit der abiotischen Faktoren, die ein Ökosystem kennzeichnen. Charakteristische abiotische Ökofaktoren sind alle physikalischen und chemischen Faktoren, wie z.B. Licht, Temperatur und pH-Wert.	4

[illegible]

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
4	<u>Zusammenfassung der Versuchsergebnisse zum Putzverhalten der asiatischen und der europäischen Honigbiene:</u> Die asiatischen Bienen reagieren sofort auf die eingebrachten Störungen, wobei sie zwischen Milben und Kontrollpapieren unterscheiden und erstere zuerst entfernen. Bereits nach zwei Minuten sind 95% der Milben entfernt. Anschließend wird ein großer Teil (ca. 45%) der Kontrollpapiere entfernt. Mit den bereits zuvor entfernten werden in Summe ca. 90% entfernt. Die europäischen Honigbienen zeigen dagegen ein wesentlich langsames und ineffektiveres Putzverhalten. Nach 75 Minuten haben sie lediglich 75% der Kontrollpapiere entfernt, und von den Milben sind 95% in den Brutwaben verblieben. Beide Arten differenzieren zwischen Milben und Kontrollpapieren. Während die asiatischen Bienen allerdings bevorzugt die Milben entfernen, beseitigen die europäischen Bienen fast nur die Kontrollpapiere. <u>Deutung der Versuchsergebnisse:</u> Die asiatischen Bienen haben lange mit dem Parasiten koexistiert. Sie entfernen Varroamilben gezielt von ihrer Brut und verhindern so, dass die nachwachsenden Arbeitsbienen in der Verpuppungsphase geschwächt werden. In Europa ist die Varroamilbe dagegen ein Neozoon, deshalb fehlt den europäischen Bienen diese vorherige Koexistenz und damit die Möglichkeit, die Milben als Gefahr zu identifizieren. Die Kontrollpapiere in Milbengröße zeigen, dass beide Arten bei der Brutpflege darauf achten, dass vor der Verdeckelung Fremdkörper beseitigt werden. Die europäischen Bienen benötigen dazu aber viel mehr Zeit, ihre Putzaktivität ist also deutlich schwächer ausgeprägt.	8 7
5	<u>Beurteilung des Einsatzes solitärer Bienenarten anhand von vier unterschiedlichen Aspekten:</u> <i>Eine abweichende Beurteilung ist bei entsprechender Begründung ebenfalls zu akzeptieren.</i> Mauerbienen besuchen mehr Blüten in derselben Zeit und bestäuben diese deutlich erfolgreicher, die Menge des Fruchtausatzes ist mehr als doppelt so hoch. Im Unterschied zu Honigbienen leben sie jedoch solitär und bauen sehr viel kleinere Nester mit sehr viel weniger Nachkommen. Da ihre Populationsdichte wesentlich geringer ist als die der Honigbienen, wäre es zunächst ein erheblicher Aufwand, genügend Mauerbienennester in einer Apfelplantage anzusiedeln, um einen vergleichbaren Ernteertrag zu erzielen. Da die Mauerbienen ihre Nester aber teilweise erneut nutzen und nach der Apfelblüte keine weitere Pflege benötigen, verringert sich dadurch wiederum der Arbeitsaufwand. Der 5%ige Fruchtertrag bei Golden Delicious im Versuch ohne Honigbienen könnte als Hinweis gewertet werden, dass dieser u.a. auf andere bestäubende Insekten wie z.B. Mauerbienen zurückzuführen ist. Unter Abwägung aller Argumente erscheint es sinnvoll, solitäre Bienenarten in Apfelplantagen anzusiedeln und dadurch den Ertrag zu steigern.	8

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
6	<u>Unterrichtsbezogene Beschreibung des Zustandekommens des Ruhepotenzials (RP):</u> Das RP kommt durch die Ungleichverteilung von Ionen an der selektiv permeablen Nervenzellmembran zustande. Im Zellinneren befinden sich relativ viele Kalium-Ionen sowie große Protein-Anionen, die den Intrazellulärraum nicht verlassen können. Im extrazellulären Raum befinden sich relativ viele Natrium- und Chlorid-Ionen, für die die Membran nur in geringem Maß durchlässig ist. Kalium-Ionen können durch offene Kalium-Ionenkanäle durch die Membran diffundieren. Vor allem durch den Ausstrom von positiven Kalium-Ionen aus der Zelle entsprechend dem Konzentrationsgefälle und dem Verbleib der organischen Anionen im Zellinneren wird die Membranninnenseite negativ aufgeladen, die Membranaußenseite positiv. Durch diese Ladungstrennung entsteht eine elektrische Spannung über der Membran. Das Ruhepotenzial hat einen Wert von z.B. -80 mV. <u>Unterrichtsbezogene Erläuterung der Bedeutung und der Funktion der Natrium-Kaliumpumpe in diesem Zusammenhang:</u> Da die Membran im Ruhezustand eine geringe Permeabilität für Na^+-Ionen besitzt, gelangen diese entlang ihres Konzentrationsgradienten und aufgrund der elektrostatischen Anziehung durch „Leckströme“ ins Axoninnere. Dadurch würde sich das Ruhepotenzial stetig abschwächen und allmählich verschwinden. Dem wirkt die Na^+-K^+-Ionenpumpe entgegen, die unter ATP-Verbrauch entgegen dem Konzentrationsgefälle aktiv Na^+-Ionen nach außen und K^+-Ionen nach innen befördert und so die Konzentrations- und Ladungsunterschiede aufrechterhält.	12 5
7	<u>Beschreibung und Erklärung des Potenzialverlaufs in Abbildung 8.2:</u> <u>Die Beschreibung ist maximal mit 9 BE zu bewerten.</u> Zu Beginn des Versuchs herrscht aufgrund der vorgegebenen Lösungen (Standardinnenraumflüssigkeit (C) und außen Meerwasser (A)) an der Axonmembran ein Ruhepotenzial von ca. -52 mV. Bei Ersatz des Außenmediums durch Meerwasser mit einer Na^+-Ionenkonzentration (B) mit nur 1 mmol/l sinkt dort die Na^+-Ionenkonzentration, sodass sich das Konzentrationsgefälle umkehrt (innen 50-mal mehr Na^+-Ionen als im Außenmedium) und die Na^+-Ionen nicht länger nach innen diffundieren, sondern sogar nach außen wie die K^+-Ionen. Sie können nun das Ruhepotenzial nicht länger abschwächen. Das gemessene Membranpotenzial wird negativer, bis künstliches Meerwasser (A) mit einer Na^+-Ionenkonzentration von 449 mmol/l wieder für die Anfangsbedingungen sorgt. Gibt man bei Minute 25 zu dieser Lösung das Gift Tetrodotoxin, das die Natriumkanäle blockiert, hat dies die gleiche Folge: Na^+-Ionen können nicht mehr nach innen gelangen und das Potenzial wird negativer (es nähert sich erneut dem K^+-Ionen-Diffusionspotenzial). Alternativ könnte die Potenzialveränderung durch die weiterhin bestehende Tätigkeit der Na^+-K^+-Pumpe entstehen. Die Wirkung von TTX hält noch an, auch wenn bei Minute 31 die Giftlösung durch künstliches Meerwasser ersetzt wird. Erst nach einer weiteren halben Stunde wird wieder das Ruhepotenzial erreicht, woraus man schließen kann, dass das Gift sich erst dann von den Kanälen abgelöst hat.	2 4 2 3

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
	Gibt man nun grayanotoxinhaltige Lösung ins Außenmedium, schwächt sich das Potenzial zunehmend ab. Das lässt darauf schließen, dass positive Ionen ins Axoninnere diffundieren, was nahelegt, dass das Toxin die Membranleitfähigkeit für die Na^+-Ionen erhöht, die nun entlang des Konzentrationsgefälles und des elektrischen Gradienten nach innen diffundieren. Der Wirkstoff könnte dies durch Öffnung der Na^+-Ionenkanäle bewirken. Dass es sich um die Na^+-Ionen handelt (und nicht die K^+-Ionen, die alternativ infolge etwaiger Kanalblockaden nicht länger das negative Potenzial aufrechterhalten oder um eine Blockade der Na^+-K^+-Pumpe), beweist die Absenkung der Na^+-Ionenkonzentration des Außenmediums (B) bei Minute 115. Da keine Na^+-Ionen mehr nach innen diffundieren können, wird infolgedessen das Membranpotenzial erneut negativ. Die Normalisierung der Ionenverhältnisse (A) führt durch die weiterhin geöffneten Na^+-Ionen-Kanäle zu schlagartigem Na^+-Ionen-Einstrom mit entsprechender Depolarisation, die schließlich eine Sättigung erfährt, sobald sich ein neues Gleichgewicht eingestellt hat. Blockiert man die durch Grayanotoxin geöffneten Na^+-Ionenkanäle mit Hilfe von Tetrodotoxin, sinkt das Potenzial wieder, da lediglich die K^+-Ionen hinausdiffundieren können.	6 3 2
8	<u>Entwicklung einer Hypothese, die die in Material 9 beschriebenen Untersuchungsergebnisse erklären könnte:</u> Die Beobachtungen deuten darauf hin, dass Grayanotoxin im Gegensatz zu Tetrodotoxin den Natriumkanal bevorzugt (eventuell nur) an der Innenseite der Axonmembran besetzt. Dadurch würde sich auch die schnellere Wirkung bei Zugabe in das Axoninnere erklären, da andernfalls das Grayanotoxin erst durch die Axonmembran diffundieren müsste, um seine Wirkung zu entfalten. Tetrodotoxin hingegen zeigt seine Wirkung ausschließlich bei Anwendung an der Membranaußenseite. Infolgedessen würden beide Gifte an unterschiedliche Andockstellen des spannungsgesteuerten Natriumionenkanals binden.	4
9	<u>Entwicklung einer Erklärung für die beobachteten Symptome nach dem Genuss von „Mad Honey“:</u> Grayanotoxin bindet selektiv an spannungsabhängige Natriumkanäle von Nervenzellen und führt so zu einer erhöhten Natriumpermeabilität. Durch die Öffnung der Natriumkanäle wird die Zellmembran depolarisiert, und die Nervenzellen im Körper werden übererregt, was zu einer höheren Frequenz von Aktionspotenzialen führt. Überstimulierte afferente Nerven erklären die sensiblen Symptome wie Kribbeln und Jucken. Die Überstimulation des Vagusnervs erklärt die vegetativen Symptome: Die starke Erhöhung der Darmtätigkeit führt zu Durchfall, der Herzschlag verlangsamt sich und der Blutdruck sinkt.	4 3
	Summe	100

III Bewertung und Beurteilung

Die Bewertung und Beurteilung erfolgt unter Beachtung der nachfolgenden Vorgaben nach § 33 der Oberstufen- und Abiturverordnung (OAVO) in der jeweils geltenden Fassung. Bei der Bewertung und Beurteilung der sprachlichen Richtigkeit in der deutschen Sprache sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 12 OAVO in Verbindung mit Anlage 9b anzuwenden.

In den modernen Fremdsprachen ist nach den Bestimmungen des § 9 Abs. 13 OAVO in Verbindung mit dem „Erlass zur Bewertung und Beurteilung von schriftlichen Arbeiten in allen Grund- und Leistungskursen der neu beginnenden und fortgeführten modernen Fremdsprachen in der gymnasialen Oberstufe, dem beruflichen Gymnasium, dem Abendgymnasium und dem Hessenkolleg“ vom 7. August 2020 (ABl. S. 519) die sprachliche Leistung kriteriengeleitet zu bewerten. Bei der Bewertung und Beurteilung der Übersetzungsleistung in den Fächern Latein und Altgriechisch sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 14 OAVO in Verbindung mit Anlage 9c anzuwenden.

Der Fehlerindex ist nach Anlage 9b zu § 9 Abs. 12 OAVO zu berechnen. Für die Ermittlung der Punkte nach Anlage 9a zu § 9 Abs. 12 OAVO sowie Anlage 9c zu § 9 Abs. 14 OAVO wird jeweils der ganzzahlige nicht gerundete Prozentsatz bzw. Fehlerindex zugrunde gelegt.

Darüber hinaus sind die Vorgaben der Erlasse „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen (Abiturerlass)“ und „Durchführungsbestimmungen zum Landesabitur“ in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung zu beachten.

Bei der Bewertung und Beurteilung ist auch die Intensität der Bearbeitung zu berücksichtigen. Als Bewertungskriterien dienen über das Inhaltliche hinaus qualitative Merkmale wie Strukturierung, Differenziertheit, sprachliche Gestaltung und Schlüssigkeit der Argumentation.

Ein Prüfungsergebnis von **5 Punkten (ausreichend)** setzt voraus, dass insgesamt 45% der zu vergebenden BE erreicht werden. Ein Prüfungsergebnis von **11 Punkten (gut)** setzt voraus, dass insgesamt 75% der zu vergebenden BE erreicht werden.

Gewichtung der Aufgaben und Zuordnung der Bewertungseinheiten zu den Anforderungsbereichen

Aufgabe	Bewertungseinheiten in den Anforderungsbereichen			Summe
	AFB I	AFB II	AFB III	
1	8			8
2	4	7		11
3		8		8
4	3	10	2	15
5			8	8
6	12	5		17
7	3	12	7	22
8		4		4
9		4	3	7
Summe	30	50	20	100

Die auf die Anforderungsbereiche verteilten Bewertungseinheiten innerhalb der Aufgaben sind als Richtwerte zu verstehen.

IV Quellen

Material 1 basiert auf:

Karl von Frisch: Aus dem Leben der Bienen, Springer, Berlin/Heidelberg/New York 9. Aufl. 1977.

Material 2 basiert auf:

URL: https://www.rainer-gerhards.de/files/1080-AID_Schuetzt_die_Bienen.pdf (abgerufen am 05.04.2019).

Material 3 basiert auf:

URL: https://bienenmonitoring.uni-hohenheim.de/fieladmin/einrichtungen/bienenmonitoring/Dokumente/Schlussbericht_DeBiMo_2014-2016.pdf (abgerufen am 05.04.2019).

URL: https://www.die-honigmacher.de/kurs5/seite_11307.html (abgerufen am 05.04.2019).

Material 4 basiert auf:

URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002220118790125X> (abgerufen am 05.04.2019).

Material 5 basiert auf:

URL: [https://bioone.org/journalArticle/Download?fullDOI=10.1603%2F0046-225X\(2000\)029%5B0235%3APEO](https://bioone.org/journalArticle/Download?fullDOI=10.1603%2F0046-225X(2000)029%5B0235%3APEO)
OCA%5D2.0.CO%3B2 (abgerufen am 05.04.2019).

URL: <https://www.deutschewildtierstiftung.de/wildtiere/wildbienen> (abgerufen am 21.05.2019).

Material 6 basiert auf:

Hans H. Wellhöner: Über Grayanotoxin (Andromedotoxin, Rhomotoxin), Institut für Toxikologie, Medizinische Hochschule Hannover, URL: https://www.gtch-org/cms/images/stories/media/tk68_2/Wellhoener.pdf (abgerufen am 13.03.2020).

URL: https://mobil.bfr.bund.de/cm/343vergiftungsfaelle_durch_grayanotoxiine_in_rhododendron_honigen_aus_der_tuerkische_schwarmerregion.pdf (abgerufen am 13.03.2020).

Material 7 basiert auf:

Carla Baller und Hanna Eckebrecht: NATURA Abiturtraining, Neurobiologie und Verhalten; Stuttgart, o.J., S. 5.

Material 8 basiert auf:

Toshio Narahashi und Issei Seyama: Mechanism of Nerve Membrane Depolarization caused by Grayanotoxin I, in J. Physiol, Nr. 242, 1974, S. 471–487, URL: <https://physoc.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1113/jphysiol.1974.sp010718> (abgerufen am 14.04.2020).