

I Erläuterungen

Aufgabenart

materialgebundene Aufgabenstellung

Voraussetzungen gemäß Lehrplan und Erlass „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen“ in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung

Q3: Verhaltensbiologie

Signalübertragung und Verrechnung; Reize (äußere Bedingungen) und Rezeption: Bau und Funktion sensorischer Rezeptoren mit adäquatem Reiz und Rezeptorpotenzial, Bau und Funktion der Netzhaut mit Signaltransduktion; Steuerung von Verhalten durch äußere Faktoren und innere Bedingungen:

Prinzip der Abhängigkeit von exogenen Faktoren

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. Selbstverständlich sind jedoch Lösungswege, die von den vorgegebenen abweichen, aber als gleichwertig betrachtet werden können, ebenso zu akzeptieren.

Aufg.	erwartete Leistungen	BE												
1	<u>Beschriftung der Netzhautbestandteile und Angabe des Lichteinfalls:</u> 1: Pigmentzellen; 2: Stäbchen; 3: Zapfen; 4: Horizontalzellen; 5: Bipolarzellen; 6: Amakrinzellen; 7: Ganglienzellen. Lichteinfall von unten, d.h. von der Seite der Nervenbahnen. <u>Gegenüberstellung der Funktionsprinzipien von Netzhaut (unterrichtsabhängig) und Hörschnecke:</u> <table border="1"> <thead> <tr> <th><u>Netzhaut</u></th><th><u>adäquater Reiz</u></th><th><u>Hörschnecke</u></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>sichtbares Licht (alternativ: elektromagnetische Wellen mit Wellenlängen zwischen 400 und 800 nm)</td><td></td><td>Umbiegung der Cilien der Hörsinneszellen (alternativ: mechanischer Reiz) durch Bewegung der Flüssigkeit in den Gehörgängen, ausgelöst durch Schallwellen (im Frequenzbereich zwischen 0,02 und 20 kHz).</td></tr> <tr> <td>Absorption von Licht durch Sehfärbstoffmoleküle in den Rezeptorzellen. Dadurch Spannungsveränderung der Membran (Hyperpolarisation).</td><td><u>Rezeption der Reizqualität</u></td><td>Verbiegung der Cilien löst Depolarisation der Hörzelle aus.</td></tr> <tr> <td>Verschiedene Reizqualitäten (d.h. verschiedene Wellenlängen bzw. Licht-</td><td></td><td>Verschiedene Reizqualitäten (= Tonhöhen) erzeugen Schwingungsmaxima</td></tr> </tbody> </table>	<u>Netzhaut</u>	<u>adäquater Reiz</u>	<u>Hörschnecke</u>	sichtbares Licht (alternativ: elektromagnetische Wellen mit Wellenlängen zwischen 400 und 800 nm)		Umbiegung der Cilien der Hörsinneszellen (alternativ: mechanischer Reiz) durch Bewegung der Flüssigkeit in den Gehörgängen, ausgelöst durch Schallwellen (im Frequenzbereich zwischen 0,02 und 20 kHz).	Absorption von Licht durch Sehfärbstoffmoleküle in den Rezeptorzellen. Dadurch Spannungsveränderung der Membran (Hyperpolarisation).	<u>Rezeption der Reizqualität</u>	Verbiegung der Cilien löst Depolarisation der Hörzelle aus.	Verschiedene Reizqualitäten (d.h. verschiedene Wellenlängen bzw. Licht-		Verschiedene Reizqualitäten (= Tonhöhen) erzeugen Schwingungsmaxima	4
<u>Netzhaut</u>	<u>adäquater Reiz</u>	<u>Hörschnecke</u>												
sichtbares Licht (alternativ: elektromagnetische Wellen mit Wellenlängen zwischen 400 und 800 nm)		Umbiegung der Cilien der Hörsinneszellen (alternativ: mechanischer Reiz) durch Bewegung der Flüssigkeit in den Gehörgängen, ausgelöst durch Schallwellen (im Frequenzbereich zwischen 0,02 und 20 kHz).												
Absorption von Licht durch Sehfärbstoffmoleküle in den Rezeptorzellen. Dadurch Spannungsveränderung der Membran (Hyperpolarisation).	<u>Rezeption der Reizqualität</u>	Verbiegung der Cilien löst Depolarisation der Hörzelle aus.												
Verschiedene Reizqualitäten (d.h. verschiedene Wellenlängen bzw. Licht-		Verschiedene Reizqualitäten (= Tonhöhen) erzeugen Schwingungsmaxima												

Aufg.	erwartete Leistungen	BE						
	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="287 374 627 477">farben) erregen bevorzugt verschiedene Typen von Zapfen.</td><td data-bbox="627 374 967 477"></td><td data-bbox="967 374 1308 477">an unterschiedlichen Stellen der Cochlea.</td></tr> <tr> <td data-bbox="287 477 627 678">Höhere Lichtintensität wandelt mehr Pigmentmoleküle um, dadurch stärkere Hyperpolarisation der Rezeptorzelle.</td><td data-bbox="627 477 967 678"><u>Rezeption der Reizquantität</u></td><td data-bbox="967 477 1308 678">Höhere Lautstärke bewirkt stärkere Verbiegung der Cilien, dadurch stärkere Depolarisation der Hörzelle.</td></tr> </table> Material 1 basiert auf: http://www.juergenquednau.com/Asset/Retina.600x474.gif (abgerufen am 04.06.2016). Material 2 basiert auf: http://www.biologie-schule.de/aufbau-des-menschlichen-ohres.php (abgerufen am 05.01.2016). http://www.learnline.schulministerium.nrw.de (abgerufen am 05.01.2016). Andrea Erdmann et al.: Neurobiologie, Braunschweig 2005, S. 38f. Andrea Erdmann et al.: Neurobiologie, Braunschweig 2015, S. 86.	farben) erregen bevorzugt verschiedene Typen von Zapfen.		an unterschiedlichen Stellen der Cochlea.	Höhere Lichtintensität wandelt mehr Pigmentmoleküle um, dadurch stärkere Hyperpolarisation der Rezeptorzelle.	<u>Rezeption der Reizquantität</u>	Höhere Lautstärke bewirkt stärkere Verbiegung der Cilien, dadurch stärkere Depolarisation der Hörzelle.	9
farben) erregen bevorzugt verschiedene Typen von Zapfen.		an unterschiedlichen Stellen der Cochlea.						
Höhere Lichtintensität wandelt mehr Pigmentmoleküle um, dadurch stärkere Hyperpolarisation der Rezeptorzelle.	<u>Rezeption der Reizquantität</u>	Höhere Lautstärke bewirkt stärkere Verbiegung der Cilien, dadurch stärkere Depolarisation der Hörzelle.						
2	<u>Beschreibung und Analyse der zeitlichen Veränderung der Ortungslaute während des Beutefangs bei der Großen Hufeisennase:</u> – mit Anflug auf die Beute immer kürzer werdende Laute mit kontinuierlicher Folge (von ca. 70 ms während des normalen Flugs auf ca. 30 bis ca. 10 ms; (1–3)) – Fang ca. 300–400 ms nach Wahrnehmung der Beute. Während des Fangens und des Fressvorgangs werden (ca. 100 ms lang) keine Laute ausgestoßen (4). – nach dem Fangen zunächst noch kürzere Laute (von ca. 15 ms), in Gruppen mit Unterbrechung (5–8) – zum Schluss (Rückkehr zum Suchflug) wieder länger werdende Einzellaute (ca. 50 ms) wie zu Beginn (9–10) Material 3 basiert auf: http://herr-kalt.de/unterricht/2013-2014/bio9a/sinnesorgane/themen/echoortung/start#welche-arten-des-rufs-gibt-es (abgerufen am 05.01.2016). http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/biologie/material/wirbeltiere/saeuge/fledermaeuse/echoortung.html (abgerufen am 05.01.2016). Gerhard Neuweiler: How bats detect flying insects, Phys. Today 33(8), 1980, S. 34–40. http://hrsbstaff.ednet.ns.ca/jenninj2/Physics%2011/2012-3/Projects/Echolocation/How%20Bats%20Detect%20Flying%20Insects.pdf. Gerhardt Heldmaier et al.: Vergleichende Tierphysiologie, Berlin, Heidelberg 2013, S. 723–727.	6						

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
3	<u>Zusammenfassung der entscheidenden Unterschiede bezüglich des spezialisierten Hörvermögens der echootenden Großen Hufeisennase (Gr. H.) gegenüber einer nicht-echootenden Fledermaus:</u> (Die Antwort soll sich auf die Unterschiede bzgl. der Spezialisierung beschränken, nicht ausführlich alle Darstellungen beschreiben.) – Frequenzabbildung: Bei der Gr. H. nimmt der Bereich der 3. Oktave auf der Basilarmembran einen deutlich größeren Bereich ein als bei der nicht-echootenden Art. Der Bereich zwischen 82 und 86 kHz ist darin noch einmal vergrößert und die Neuronendichte um ca. das 10-fache erhöht. Die Bereiche der 1. und 2. Oktave sind hingegen kleiner bzw. 1. und 2. Oktave zugunsten der 3. Oktave verkleinert. – Hörschwelle: Der auffälligste Unterschied der Empfindlichkeit der Gr. H. gegenüber der nicht-echootenden Fledermausart ist die erhöhte Sensibilität im engen Frequenzbereich von ca. 83 kHz, begrenzt von deutlich weniger sensitiven Bereichen. Dagegen nimmt bei der nicht-echootenden Fledermaus die Sensibilität bei höheren Frequenzen kontinuierlich ab. <u>Erläuterung der Spezialisierung der echootenden Art:</u> Die Ortungsrufe der Gr. H. haben eine Frequenz von ca. 83 kHz. In diesem Bereich müssen die Tiere also besonders differenziert hören können, um die Echos analysieren zu können. Deshalb wird ein großer Teil der Basilarmembran für die Wahrnehmung in diesem Frequenzbereich verwendet und die Neuronendichte ist dort extrem hoch. Innerhalb dieses Bereichs können nahe beieinanderliegende Frequenzen dadurch besser unterschieden werden als in anderen Frequenzbereichen. Die hohe Neuronendichte könnte auch erklären, warum die Gr. H. in diesem Frequenzbereich sehr viel geringere Lautstärken wahrnehmen kann als bei den angrenzenden Frequenzen als die nicht-echootende Art. Der für die Gr. H. wichtige Frequenzbereich wird somit selektiv verstärkt und ist dadurch aus Tönen mit ähnlichen Frequenzen gut herauszuhören. Material 4 basiert auf: Gerhard Neuweiler: How bats detect flying insects, Phys. Today 33(8), 1980, S. 34–40. http://hrsbstaff.ednet.ns.ca/jenninj2/Physics%2011/2012-3/Projects/Echolocation/How%20Bats%20Detect%20Flying%20Insects.pdf. Peter Simmons: Nerve cells and animal behaviour, Cambridge 2010. http://catdir.loc.gov/catdir/samples/cam032/99011620.pdf (abgerufen am 05.01.2016) Gerhardt Heldmaier et al.: Vergleichende Tierphysiologie, Berlin, Heidelberg 2013, S. 723–727.	6 6

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
4	<u>Analyse und Erklärung der Reaktion einer fliegenden Fledermaus auf das Phänomen des Dopplereffekts:</u> Die Fledermaus verändert während ihres Flugs die Frequenz ihrer Ortungslaute so, dass die Frequenz des Echos nahezu konstant bei etwas über 83 kHz liegt, und stellt so sicher, dass die Echofrequenz immer im sensibelsten Hörbereich bleibt. Bei Start bzw. Ende des Flugs (0 m und 6,5 m) sind die Frequenzen von Ruflaut und Echo identisch. Da die Frequenz des Echos zunimmt, wenn die Fledermaus auf das reflektierende Objekt (Landepfosten) zufliegt, senkt die Fledermaus im Verlauf des Flugs die Frequenz ihres Rufes um ca. 2 kHz ab, um diesen Dopplereffekt zu kompensieren und die Frequenz des Echos auf ca. 83 kHz zu halten. Kurz vor dem Ziel erhöht die Fledermaus die Frequenz des Ruflauts wieder in dem Maße, wie sie langsamer wird. <u>Begründung der Reaktion der Fledermaus als Folge einer negativen Rückkopplungs-Schaltung:</u> Die Reaktion der Fledermaus muss auf dem Schaltprinzip der negativen Rückkopplung beruhen, da das von den Hörzellen aufgenommene Tonsignal des Echos kontinuierlich mit dem Sollwert verglichen werden muss. Liegt die Tonhöhe des Echos über dem Sollwert von ca. 83 kHz, muss die Frequenz des Ortungslautes entsprechend reduziert werden, die Regulation wirkt also der Änderung der wahrgenommenen Frequenz entgegen. Material 5 basiert auf: David McFarland: Biologie des Verhaltens, Weinheim 1989, S. 208.	7 5
5	<u>Erklärung, wie ein vor dichtem Blattwerk fliegendes Insekt bei Windstille und bei Wind erkannt werden kann:</u> Die Flügel eines Insektes erzeugen ein Echo, dessen Frequenz sich in regelmäßigem Rhythmus ändert, wenn sie sich (je nach Art des Flügelschlags und der Position des fliegenden Insektes) auf die Fledermaus zu- und wegbewegen. Bewegen sich die Blätter nicht, z.B. bei Windstille, dann ist die Frequenz des von ihnen reflektierten Echos weitgehend konstant und kann so von dem sich regelmäßig ändernden Echo des Insektes unterschieden werden. Bei Wind sind die Blattbewegungen sehr unregelmäßig und entsprechend unregelmäßig ist die Veränderung des Echos. Auch dies unterscheidet sich deutlich von der gleichmäßigen Echofrequenzänderung, die der Flügelschlag eines Insekts erzeugt. Bei fliegenden Insekten kommt zusätzlich noch die Ortsveränderung dieses Echos und Frequenzverschiebung je nach Flugrichtung des Insekts hinzu.	7
	Summe	50

III Bewertung und Beurteilung

Die Bewertung und Beurteilung erfolgt unter Beachtung der nachfolgenden Vorgaben nach § 33 der Oberstufen- und Abiturverordnung (OAVO) vom 20. Juli 2009 (ABl. S. 408), zuletzt geändert durch Verordnung vom 13. Juli 2016 (ABl. S. 306). Nach § 52 (Übergangsregelungen) sind bei der Bewertung und Beurteilung der sprachlichen Richtigkeit in der deutschen Sprache die Bestimmungen des § 9 Abs. 12 OAVO in Verbindung mit Anlage 9b in der seit 16. August 2016 geltenden Fassung anzuwenden. In den modernen Fremdsprachen sowie den alten Sprachen gelten die Bestimmungen des § 9 Abs. 13 in Verbindung mit den Anlagen 9b und c bzw. 9d der Verordnung in der bis zum 15. August 2016 geltenden Fassung. Bei der Berechnung von Prozentwerten und Fehlerindizes gemäß Anlage 9 OAVO werden die berechneten Werte nicht gerundet. Für die Umrechnung von Prozentanteilen der erbrachten Leistungen in Notenpunkte ist Anlage 9a zu § 9 Abs. 12 OAVO in der bis zum 15. August 2016 geltenden Fassung anzuwenden. 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 und Schlüssigkeit der Argumentation.

Im Fach Biologie besteht die Prüfungsleistung aus der Bearbeitung je eines Vorschlags aus den Aufgabengruppen A und B, wofür insgesamt maximal 100 BE vergeben werden können. Ein Prüfungsergebnis von **5 Punkten (ausreichend)** setzt voraus, dass insgesamt 46% der zu vergebenden BE erreicht werden. Ein Prüfungsergebnis von **11 Punkten (gut)** setzt voraus, dass insgesamt 76% 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	9	4		13
2	4	2		6
3	2	10		12
4		9	3	12
5			7	7
Summe	15	25	10	50

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