

Hinweise für den Prüfling

Auswahlzeit: 45 Minuten

Bearbeitungszeit (insgesamt): 240 Minuten

Auswahlverfahren

Es gibt zwei Aufgabengruppen A und B. Aus jeder Gruppe stehen zwei Vorschläge zur Auswahl, von denen jeweils einer auszuwählen und zu bearbeiten ist.

Die beiden nicht ausgewählten Vorschläge müssen am Ende der Auswahlzeit der Aufsicht führenden Lehrkraft zurückgegeben werden.

Erlaubte Hilfsmittel

1. ein Wörterbuch der deutschen Rechtschreibung
2. ein eingeführter Taschenrechner (Bei grafikfähigen Rechnern und Computeralgebrasystemen ist ein Reset durchzuführen.)
3. eine Liste der fachspezifischen Operatoren

Sonstige Hinweise

keine

In jedem Fall vom Prüfling auszufüllen

Name: _____

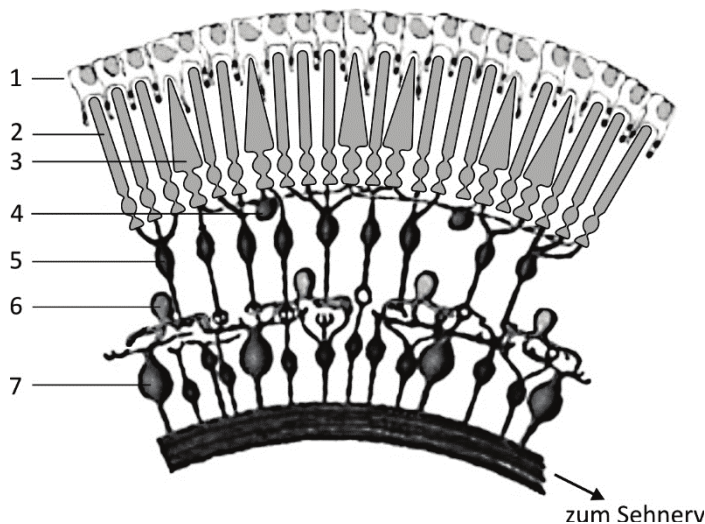
Vorname: _____

Prüferin/Prüfer: _____

Datum: _____

Verhaltensbiologie**Mit den Ohren sehen****Aufgaben**

- 1 Ordnen Sie den Nummern in Material 1 die jeweiligen Bestandteile der Netzhaut zu und geben Sie die Einfallsrichtung des Lichts an. Stellen Sie tabellarisch die Funktionsprinzipien der Netzhaut und der Hörschnecke in Bezug auf den adäquaten Reiz, die Rezeption der Reizqualität und die Rezeption der Reizquantität einander gegenüber, sofern sie aus Material 2 zu erkennen sind. (Material 1 und 2)
(13 BE)
- 2 Beschreiben und analysieren Sie die zeitliche Veränderung der Ortungslaute während des Beutefangs der Großen Hufeisennase. (Material 3)
(6 BE)
- 3 Fassen Sie die entscheidenden Unterschiede bezüglich des spezialisierten Hörvermögens der echootenden Großen Hufeisennase gegenüber einer nicht-echootenden Fledermaus zusammen und erläutern Sie daran die Spezialisierung der echootenden Art. (Material 3 und 4)
(12 BE)
- 4 Analysieren und erklären Sie die Reaktion einer fliegenden Fledermaus auf das Phänomen des Dopplereffekts. Begründen Sie, dass die Reaktion der Fledermaus auf dem Schaltprinzip der negativen Rückkopplung beruhen muss. (Material 3 und 5)
(12 BE)
- 5 Erklären Sie, wie eine echootende Fledermaus ein vor dichtem Blattwerk fliegendes Insekt bei Windstille und bei Wind erkennen kann. (Material 3 und 5)
(7 BE)

Material 1**Querschnitt durch die Netzhaut des menschlichen Auges****Material 2****Prinzip der Schallwahrnehmung**

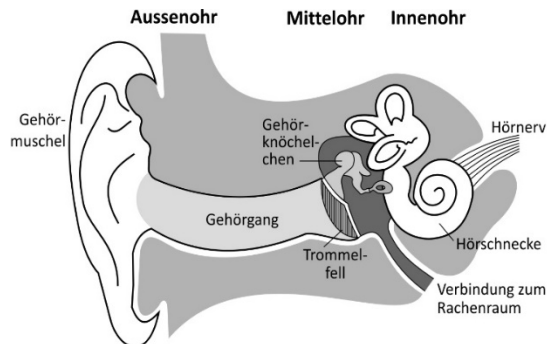
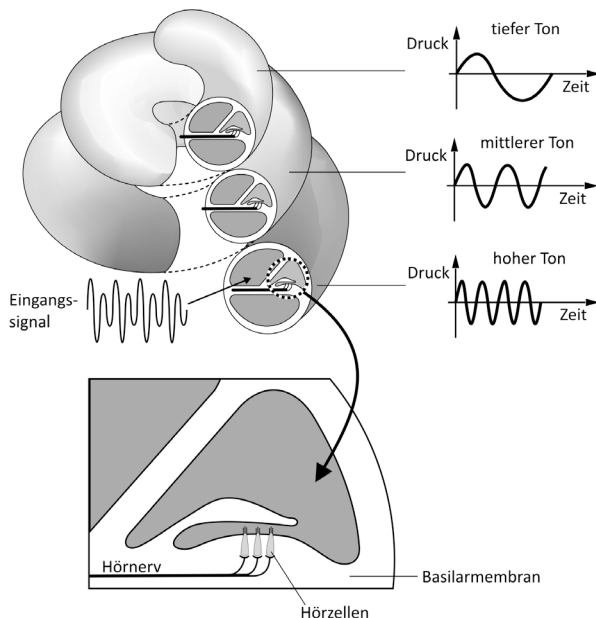
Unsere akustische Wahrnehmung basiert auf Schallwellen. Dies sind in Bewegung gesetzte Luftmoleküle, die rhythmisch Druck auf unser Trommelfell ausüben. Je höher die Frequenz der Schallwellen ist, also die Zahl der Wellen pro Sekunde (Einheit: Hertz; abgekürzt Hz), desto höher ist der Ton.

Von der Ohrmuschel werden die Schallwellen durch den Gehörgang, über die Membran des Trommelfells und die Gehörknöchelchen mechanisch weitergeleitet und auf die Hörschnecke (Cochlea) übertragen. Die Cochlea ist eine mit Flüssigkeit gefüllte, schneckenförmige Knochenstruktur, in der sich, eingebettet in die Basilarmembran, Sinneszellen befinden. Ankommende Schallwellen bringen die Flüssigkeit in der Gehörschnecke in Bewegung, die daraufhin die haarähnlichen Fortsätze (Cilien) der empfindlichen Haarsinneszellen umbiegt, wodurch eine Depolarisation hervorgerufen wird. Je lauter der Ton, desto stärker werden die Cilien umgebogen. In den Neuronen des Hörnervs entstehen Aktionspotenziale, die das Hörzentrum im Gehirn erreichen.

Ein Mensch verfügt im Schnitt über ca. 15000 Haarzellen. Der für den Menschen hörbare Bereich liegt zwischen 0,02 kHz – 20 kHz, der Bereich der normalen Sprache liegt bei ca. 0,1 kHz – 5 kHz.

Hinweis:

Fortsetzung Material 2 siehe nächste Seite

Abbildung 2.1: Aufbau des menschlichen Ohrs (Übersicht)**Abbildung 2.2.: Bau der Hörschnecke (Cochlea) und Orte der Schwingungsmaxima unterschiedlicher Frequenzen****Erläuterung:**

Das Eingangssignal ist eine Mischung verschiedener Tonhöhen.

Material 3**Orientierung und Jagd der Fledermaus**

Viele Fledermausarten nutzen zur Orientierung und zur Jagd das Prinzip der Echoortung. Die Tiere sehen sozusagen mit den Ohren. Sie stoßen Rufe im für den Menschen nicht hörbaren Ultraschallbereich aus und werten das Echo aus. Trifft der Schall auf ein Hindernis oder ein Beutetier, wird er reflektiert. Die Fledermäuse können daraus wichtige Informationen ableiten. So kommt das Echo umso früher zurück, je näher ein Hindernis ist. Aus dem Zeitunterschied, mit dem der reflektierte Schall die beiden Ohren erreicht, lässt sich auf die Richtung schließen, in der sich das Objekt befindet. Fledermäuse können mit ihrem Echo-Bildsehen ein ebenso präzises Bild der räumlichen und zeitlichen Struktur der Umwelt aufbauen, wie wir Menschen es mit Hilfe der Augen können. Durch die Nutzung hochfrequenter Rufe im Ultraschallbereich kann die Fledermaus ihre Umwelt sehr detailliert wahrnehmen, sie kann sozusagen sehr scharf „sehen“.

Hufeisennasen – eine 70 Arten umfassende Familie der Fledermäuse – jagen Insekten (vorwiegend Nachtfalter, aber auch Köcherfliegen, Käfer oder Fliegen) in vegetationsnahen Bereichen, z.B. an Waldrändern, Flussufern sowie in der Umgebung von Mauerwerk. Derartige Umgebungen machen die Ortung der Beute schwierig, da der jeweilige Hintergrund, anders als bei der Jagd im freien Luftraum, zahlreiche Echos zurückwirft.

Hinweis:

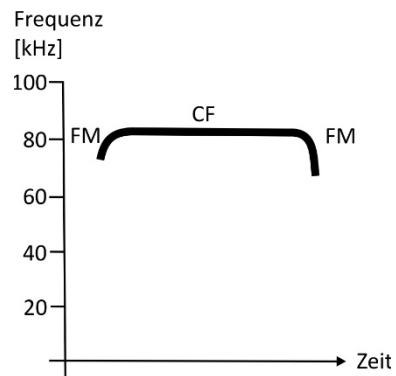
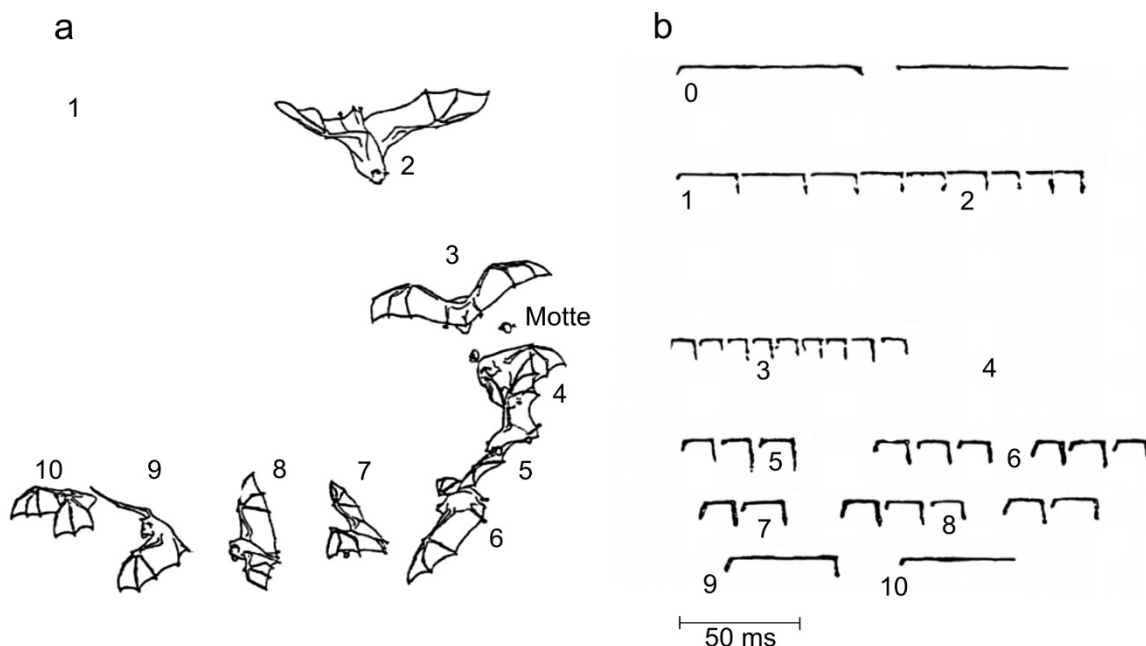
Fortsetzung Material 3 siehe nächste Seite

Biologie
Leistungskurs
Thema und Aufgabenstellung
Vorschlag B2

Die Große Hufeisennase (*Rhinolophus ferrumequinum*) sendet während der Suchphase eines Jagdfluges Ortungslaute aus.

Der Ortungslaut der Großen Hufeisennase wird im Kehlkopf erzeugt und durch die Nase ausgesendet, die hierfür besonders geformt ist. Der Laut besteht aus einem Ton mit einer konstanten Frequenz (CF-Teil) von ca. 83 kHz und wird von einer kurzen Aufwärts- und Abwärtsmodulation der Tonlage begrenzt, den frequenzmodulierten (FM-)Teilen.

Das Beutetier kann in einer Entfernung bis zu 6,50 m erkannt werden.

Abbildung 3.1
Ortungslaut

Abbildung 3.2
Phasen des Fangs einer Motte (a) durch die Große Hufeisennase und Ortungslaute während der Jagd (b)

Erläuterung:

Die Laute sind zeilenweise von oben links bis unten rechts zu lesen. Die oberste Zeile (Phase 0) entspricht der Situation vor der Ortung der Beute. Die Zahlen unter den Ortungslauten entsprechen den einzelnen Zeitpunkten in der Bildfolge (Position 1 ist in der Bildfolge nicht dargestellt). Die Sequenz 1–10 dauert insgesamt ca. 1 s.

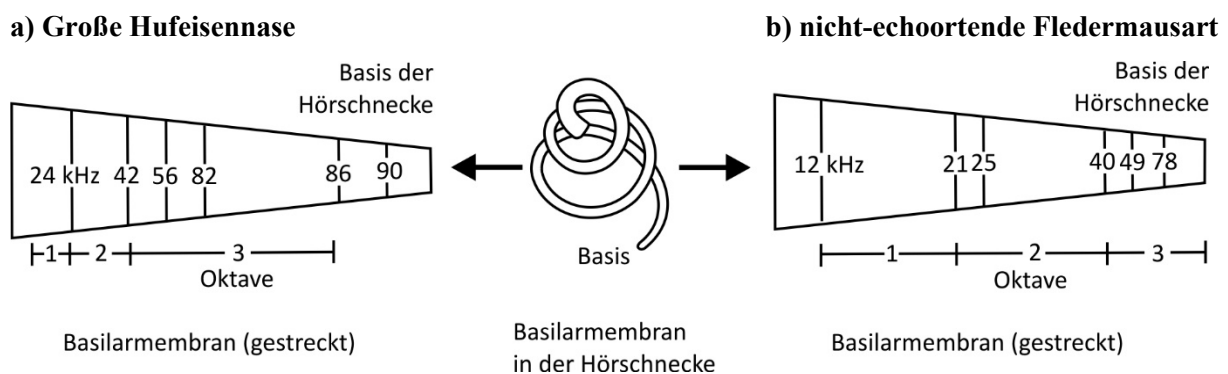
Material 4

Spezialisierung des Hörsinns bei echoortenden Fledermäusen

Das Hören von Echos wird im Gehör vieler Säuger eher unterdrückt, bei echoortenden Tieren aber eher verstärkt. Echoortung ist also vor allem eine Spezialisierung von Bau und Funktion des Hörsinnesorgans.

In den folgenden Abbildungen werden der Bau und die Empfindlichkeit des akustischen Sinnes einer echoortenden mit einer nicht-echoortenden Fledermaus verglichen.

Abbildung 4.1: Frequenzabbildung auf der Basilarmembran

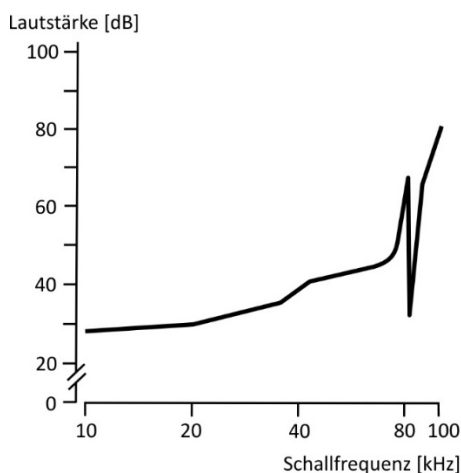


Erläuterung:

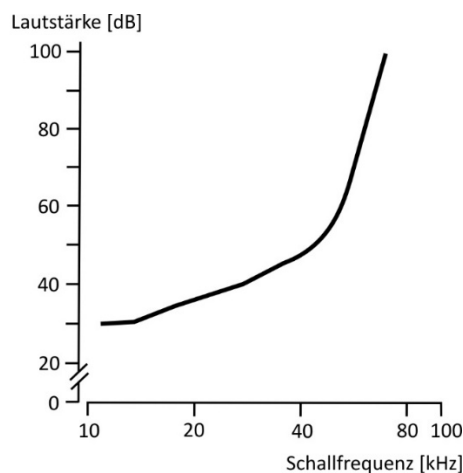
In der gestreckten Basilarmembran ist dargestellt, wo die verschiedenen Frequenzen maximal wahrgenommen werden. Außerdem sind die Bereiche angezeigt, die jeweils dem Tonumfang einer Oktave entsprechen.

Abbildung 4.2: Hörschwellenkurve

a) Große Hufeisennase



b) nicht-echoortende Fledermausart

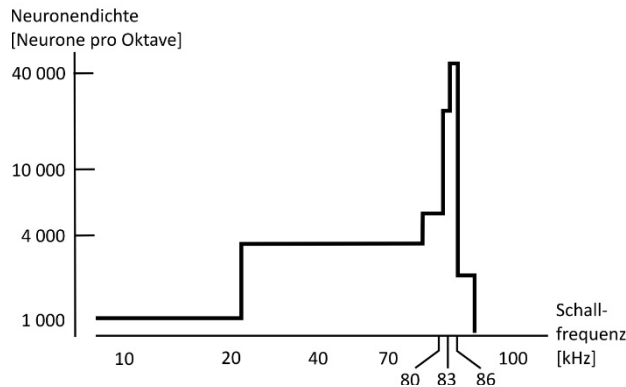


Erläuterung:

Hörschwellenkurven geben an, ab welcher Lautstärke (Schallintensität) der Ton einer bestimmten Höhe (Schallfrequenz) wahrnehmbar ist. Im physiologischen Bereich wird die Lautstärke als Schalldruckpegel [dB] angegeben. Die Schallfrequenzen werden wegen des großen Frequenzumfanges des Hörbereiches logarithmisch dargestellt.

Abbildung 4.3 Dichte der Hörzellen

Große Hufeisennase

**Erläuterung:**

Schallfrequenzen und Neuronendichte sind logarithmisch dargestellt.

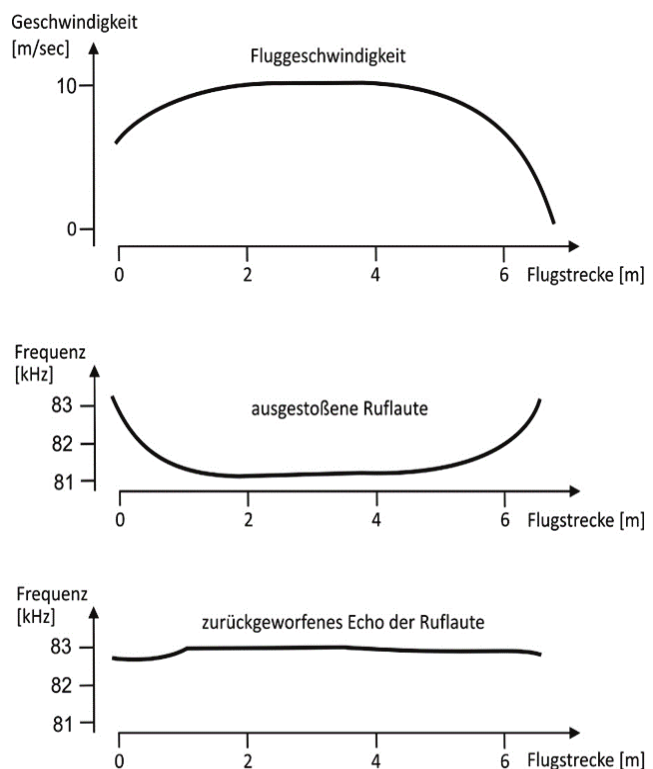
Material 5

Einfluss des Dopplereffekts bei der Echoortung

Die Tonhöhe des Echos der Ortungslaute verändert sich mit der Fluggeschwindigkeit. Dieses als Dopplereffekt bezeichnete Phänomen besteht darin, dass ein Beobachter eine Tonquelle, die sich auf ihn zubewegt, mit höherer Tonhöhe wahrnimmt als eine unbewegte Tonquelle. Umgekehrt hört sich eine Tonquelle, die sich vom Beobachter wegbewegt, tiefer an als die unbewegte Tonquelle. Für eine erfolgreiche Echo-Orientierung muss dieses Phänomen bei der Wahrnehmung Berücksichtigung finden.

Nicht nur die Flugrichtung und die Fluggeschwindigkeit der Fledermaus selbst beeinflussen das Echo, sondern auch die Bewegung der Beutetiere. So kann eine Hufeisennase sogar eine flatternde Motte vor sich bewegendem dichten Blattwerk lokalisieren. Denn auch ein Insektenflügel erzeugt im Ortungslautecho Veränderungen, wenn sich der Flügel beim Schlagen (je nach Art des Flügelschlags und der Position des fliegenden Insektes) auf die Fledermaus zu- und wegbewegt. Andererseits erkennt die Fledermaus aber eine nicht flügel-schlagende Beute selbst dann nicht, wenn sie direkt vor ihrer Nase sitzt.

Fluggeschwindigkeit, Ruflaute und Echo der Großen Hufeisennase

**Erläuterung:**

Die Abbildungen zeigen die Frequenz des CF-Lautteils einer Großen Hufeisennase, die auf einen Landepfosten zufliegt, sowie das wahrgenommene Echo.