

Aufgabe 3

Themenbereiche: Ökofaktoren Gene

Fledermäuse

Der wissenschaftliche Name der Fledermäuse (*Microchiroptera*) bedeutet übersetzt „kleiner Handflügler“. Diese kleinen Säugetiere haben einzigartige Fähigkeiten: sie „sehen“ mit den Ohren, fliegen mit den Händen und schlafen mit dem Kopf nach unten hängend. Mit insgesamt über 1.000 Arten stellt die Gruppe der Fledermäuse nach den Nagetieren die artenreichste Säugetiergruppe dar. Außer in der Arktis und Antarktis sind Fledermäuse weltweit verbreitet. In Deutschland kommen 25 verschiedene Arten vor.

Die Abbildung wurde aus datenschutzrechtlichen Gründen entfernt. Sie ist in der angegebenen Quelle zu finden.

Abbildung einer Fledermaus

- a) Beschreiben Sie die Unterschiede zwischen homoiothermen und poikilothermen Tieren sowie jeweils einen Vorteil für beide Arten der Thermoregulation. [6 BWE]
- b) Stellen Sie begründete Hypothesen zur Erklärung der in Abbildung 2.1 dargestellten Versuchsbeobachtungen auf (Material 1 und 2). [11 BWE]
- c) Erläutern Sie mit Hilfe der synthetischen Evolutionstheorie, wie es bei den Hummelfledermäusen zu den Frequenz-Unterschieden gekommen sein könnte (Material 1 und 3). [14 BWE]
- d) Begründen Sie auf molekularer Ebene für die Fledermausarten A bzw. B, dass die Tiere am Weißnasen-Syndrom erkranken (Material 4). [9 BWE]

Hinweis:

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

Quellen:

Abituraufgabe Biologie. NRW, 2014, Aufgabe 1.

Donaldson, Michael E. et al.: [...] genetic response to white-nose syndrome. In: Evolutionary Applications. 26.06.2017, S. 1-15.

Puechmaille, S. et al.: The [...] bumblebee bat. In: Nature communications, 06.12.2011, S. 1-9.

www.batlife.at/ / www.discoverindochina.com/ / www.freepngimg.com/ / <http://guardianlv.com>

Material 1

Die meist nachtaktiven Fledermäuse ernähren sich überwiegend von Insekten, wobei verschiedene Fledermausarten sich in ihrem Beutespektrum unterscheiden können. Zur Orientierung sowie zur Nahrungssuche nutzen Fledermäuse die Echoortung. Dazu stößt eine Fledermaus mit ihrem Kehlkopf Laute (Schallwellen) im für Menschen nicht hörbaren Ultraschallbereich aus, die beim Auftreffen auf ein Hindernis oder ein Beutetier, z.B. ein fliegendes Insekt, zu ihr zurückgeworfen werden.

Aus dem mit den Ohren empfangenen Echo kann die Fledermaus Informationen über die Position des Beutetieres und dessen Bewegungsrichtung ermitteln. Außerdem kann sie so auch die Form und Größe der Beute und deren Oberflächenstruktur erkennen. Daraus leitet sie Informationen über die Art der Beute ab, z.B. kleiner Falter oder großer Käfer.

Die Abbildung wurde aus datenschutzrechtlichen Gründen entfernt.

Abb. 1: Echoortung

Material 2

Die Kleine Braune Fledermaus (*Myotis lucifugus*) wird ca. 8 cm lang, wiegt ca. 10 g und jagt meist in der Nähe von Gewässern. Bei einer Untersuchung wurden die im Flug von den Fledermäusen erbeuteten und im Kot nachweisbaren Insekten gezählt, vermessen und in Größenklassen eingeteilt (siehe Abbildung 2.1).

Zusätzlich wurde die Häufigkeit von allen im selben Biotop vorkommenden Insekten entsprechender Größenklassen ermittelt (siehe Abbildung 2.2).

Die Abbildung wurde aus datenschutzrechtlichen Gründen entfernt.

Abb. 2.1: Beutegröße der Kleinen Braunen Fledermaus

Die Abbildung wurde aus datenschutzrechtlichen Gründen entfernt.

Abb. 2.2: Häufigkeit aller im Biotop vorkommenden Insekten

Material 3

Die kleinste Fledermaus der Welt ist die Hummelfledermaus (HF) (*Craseonycteris thonglongyai*), die nur 2 g wiegt und deren Flügelspannweite nur 15 cm beträgt. Sie ernährt sich von sehr kleinen Insekten und Spinnen, die sie mittels Echoortung findet und von Pflanzen abpickt.

Die HF kommt in zwei Regionen Asiens (siehe Abbildung 3) vor, die oft von starken Stürmen getroffen werden. Die Fledermäuse sind auf Kalksteinhöhlen als Schlafplatz angewiesen und können von dort nur maximal 5 km weit ausfliegen. In dem zwischen den beiden Populationen liegenden Gebiet sind keine für die Fledermäuse geeigneten Höhlen zu finden.

Untersuchungen haben ergeben, dass die genetischen Unterschiede zwischen den Individuen in der HF-Population in Myanmar sehr gering sind. Zwischen den Individuen der thailändischen Population hingegen konnten sehr viel mehr genetische Unterschiede festgestellt werden.

In Myanmar kommt im selben Gebiet wie die HF eine andere, sehr kleine Fledermausart vor, die Langfußfledermaus (LF) (*Myotis siligorensis*). Sie lebt ebenfalls in Kalksteinhöhlen und jagt wie die HF meist in der Nähe von Flüssen. Zudem haben beide Arten ein ähnliches Beutespektrum.

Zur Echoortung (siehe Material 1) von Fledermäusen wurden zahlreiche Untersuchungen durchgeführt. Bekannt ist, dass sich ausgesandte Schallwellen einer Fledermaus mit denen anderer Individuen überlagern können, wenn die Frequenzen ähnlich sind. Die Wahrnehmung der Fledermäuse

kann dadurch gestört werden, sodass sie ihre Umgebung nicht mehr klar erkennen können. In Thailand und Myanmar wurde daher untersucht, ob sich die zur Echoortung genutzten Frequenzen der verschiedenen Populationen unterscheiden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 dargestellt.

Die Abbildung wurde aus datenschutzrechtlichen Gründen entfernt.

Tab. 3: Frequenzbereich des Echoortungslautes der verschiedenen Fledermaus-Populationen

Hinweis: Die gemessenen Frequenz-Unterschiede sind nicht groß genug, um sich auf die Auswahl der Beute auswirken zu können.

Material 4

Das Weißnasen-Syndrom (WNS) ist eine von einem Pilz (*Pseudogymnoascus destructans*) ausgelöste Krankheit bei Fledermäusen. Infizierte Tiere sind an einem weißen Belag auf Gesicht und Flügeln zu erkennen (siehe Abbildung 4). Der Pilz produziert verschiedene Zellgifte, die für die Fledermäuse tödlich sind.

Die europäischen Arten der Fledermaus-Gattung Mausohr (*Myotis*) sind resistent gegen den Pilz, erkranken also nicht am WNS. Vor einigen Jahren wurde dieser nach Nordamerika eingeschleppt, was dort bei nahe verwandten Arten von Mausohren zu Massensterben geführt hat.

Zur Erklärung dieses Unterschiedes wurden genetische Untersuchungen durchgeführt. Dabei wurde das Gen untersucht, das für den „toll-like“-Rezeptor codiert. Dieser Rezeptor kann bei den europäischen Arten an bestimmte Strukturen auf der Oberfläche des Pilzes binden. Ist das der Fall, wird eine biochemische Reaktionskette ausgelöst, die zur Abwehr des Pilzes führt.

Die Basensequenz des „toll-like“-Rezeptor-Gens europäischer Mausohr-Arten wurde mit der von zwei nordamerikanischen Arten verglichen, die am WNS erkrankt sind. Dabei konnten bei beiden Arten Unterschiede an verschiedenen Stellen des Gens nachgewiesen werden:

- Art A: Stopp-Codon im mittleren Bereich des Gens
- Art B: Veränderungen am Terminator* des Gens

* = DNA-Abschnitt, der die Transkription beendet

Die Abbildung wurde aus datenschutzrechtlichen Gründen entfernt.

Abb. 4: Fledermaus mit WNS