

## Aufgabe 1

### Themenbereiche: Kommunikation Ökofaktoren

#### Modelle

Ein Modell ist ein vereinfachtes Abbild der Wirklichkeit. Damit wird versucht ein Phänomen zu erklären oder einen Gegenstand darzustellen und dabei den Blick auf das Wesentliche zu lenken. Außerdem kann es Voraussagen ermöglichen, an denen sich die weitere Forschung orientieren kann. Aber Modelle haben auch ihre Grenzen und stellen manche Dinge so vereinfacht dar, dass sie zwar anschaulich sind, aber die in der Realität vorliegenden Bedingungen nicht vollständig abgebildet werden. Neben gegenständlichen Modellen gibt es auch theoretische Modellvorstellungen wie z.B. die VOLTERRA-Regeln, die aber den gleichen Zweck erfüllen.

**Abbildung aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.**

[www.carolina.com](http://www.carolina.com)

- a) Erläutern Sie zuerst die Vorgänge während der Depolarisation bei einem Aktionspotenzial an einer tierischen Nervenzelle.

Geben Sie dann zu den Aspekten ① bis ⑧ jeweils einen zum Modell passenden neurobiologischen Fachbegriff an (Material 1).

[14 BWE]

- b) Erläutern Sie die Vorgänge, die bei der zeitlichen Summation an tierischen Nervenzellen ablaufen und zu Aktionspotenzialen führen.

Beschreiben Sie zwei Mängel des Modells zur räumlichen Summation und entwerfen Sie dazu jeweils einen Verbesserungsvorschlag (Material 2).

[13 BWE]

- c) Beurteilen Sie, ob die Aussagen der ersten VOLTERRA-Regel auf die Räuber-Beute-Beziehung zwischen Mäusebussard und Feldmaus zutreffen. Werten Sie dazu Material 3 aus.

[13 BWE]

#### Hinweis:

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

### Material 1

Ein Aktionspotenzial (AP) lässt sich mit einem Modell simulieren (siehe Abbildung 1): Beim Anheben oder Absenken des Trichters bewegt sich der Wasserspiegel im Schlauchring in die gleiche Richtung. Solange eine bestimmte Höhe nicht überschritten wird, bleibt das Wasser im Schlauchring. Wird diese Höhe aber überschritten, so gelangt das Wasser über den höchsten Punkt des Kreises hinaus und entleert sich vollständig (b). Zur erneuten Durchführung muss der Schlauch erst wieder mit Wasser gefüllt werden.

**Abbildung aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.**

**Abb. 1:** Modell zum Aktionspotenzial

#### Aspekte:

- |   |  |
|---|--|
| ① Wasserspiegel im Ausgangszustand        | ⑥ Herausfließen des Wassers aus dem Schlauchende |
| ② Anheben oder Absenken des Trichters     | ⑦ Entleerter Schlauch                            |
| ③ Wasserspiegel über dem Ausgangszustand  | ⑧ Neubefüllung des Schlauches                    |
| ④ Wasserspiegel unter dem Ausgangszustand |  |
| ⑤ Höchster Wasserspiegel im Schlauchring  |  |

Kampf, Michael et al. (Hrsg.): Biologie heute SII – Lehrmaterialien Teil 2. Braunschweig (Bildungshaus) 2006, S. 87 (verändert).

### Material 2

In einem Schulbuch ist ein Modell zur räumlichen Summation abgebildet (siehe Abbildung 2). Die flache Schale soll den Zellkörper einer Nervenzelle darstellen. Die im Wasser liegende Spitze des Thermometers markiert den Axonhügel. Zu Beginn des Experiments, also im unerregten Zustand der Nervenzelle, hat das Wasser eine Temperatur von 20°C. Postsynaptische Potenziale werden simuliert, indem eine jeweils gleiche Menge Wasser aus drei Bechergläsern am Rand der Schale eingefüllt wird. Das Wasser in den Bechergläsern hat unterschiedliche Temperaturen.

**Abbildung aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.**

**Abb. 2:** Modell zur räumlichen Summation

Weber, Ulrich (Hrsg.): Biologie Oberstufe – Handreichungen für den Unterricht. Berlin (Cornelsen) 2009, S. 475 (verändert).

### Material 3

Der **Mäusebussard** (*Buteo buteo*) ist in Mitteleuropa der am häufigsten vorkommende Greifvogel. Er wird bis zu 55 cm lang und kann 25 Jahre alt werden. Sein Name deutet auf die von ihm bevorzugte Beute hin (siehe Abbildung 3.1). Mäusebussarde jagen im freien Gelände, wo sie Beutetiere mit ihrem außergewöhnlich guten Sehvermögen leicht erkennen können. Sie brüten geschützt im Wald oder in Baumgruppen. Ein Bussard-Weibchen legt einmal im Jahr 1 bis 4 Eier (siehe Abbildung 3.2), die ca. 30 Tage bebrütet werden. Anschließend werden die Jungtiere bis zu 50 Tage im Nest gefüttert. Im Alter von 2 bis 3 Jahren werden Bussarde geschlechtsreif. Durchschnittlich kommen in Mitteleuropa etwa 15 Bussarde auf 100 km<sup>2</sup> vor.

**Abbildung aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.**

**Abbildung aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.**

**Abb. 3.1:** Beutetiere des Mäusebussards\*

**Abb. 3.2:** Durchschnittliche Anzahl der Eier pro Gelege beim Mäusebussard\*

Die **Feldmaus** (*Microtus arvalis*) gehört zu den Nagetieren und ist das am häufigsten vorkommende Säugetier Mitteleuropas. Sie kommt auf Äckern und Wiesen mit dichtem Pflanzenwuchs vor. Feldmäuse leben in Kolonien sowohl ober- als auch unterirdisch und können tag- und nachtaktiv sein. Sie reagieren sehr empfindlich auf Veränderungen der abiotischen Faktoren.

**Abbildung aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.**

Die Nester befinden sich bis zu 40 cm tief unter der Erde. Feldmaus-Weibchen bringen dort nach einer Tragzeit von etwa 3 Wochen zwischen 3 und 15 Jungtiere zur Welt. Sie sind nach 2 bis 3 Wochen selbstständig und geschlechtsreif. Ein Weibchen kann unter günstigen Bedingungen bis zu 15-mal pro Jahr Junge bekommen. Feldmäuse werden bis zu 3 Jahre alt. Im Winter halten sie keinen Winterschlaf, sondern ernähren sich von ihren Vorräten. Die Population der Feldmäuse schwankt im Rhythmus von 3 bis 5 Jahren sehr stark (siehe Abbildung 3.3).

**Abb. 3.3:** Entwicklung einer Feldmaus-Population\*

\*: Alle Daten wurden im selben Untersuchungsgebiet ermittelt.

Jungbauer, W. (Hrsg.): Aufgabenhandbuch Biologie Band 2 Ökologie. Köln (Aulis Verlag) 2010, S. 112 ff. (verändert); [www.uv.es](http://www.uv.es) und [www.planetofbirds.com](http://www.planetofbirds.com)

**Aufgabe 1 Erwartungshorizont und Bewertung nach Anforderungsbereichen**

Erwarteter Inhalt		Bewertung		
		I	II	III
a)	<p>Die Öffnung einiger spannungsgesteuerter Na<sup>+</sup>-Ionenkanäle führt zum Einstrom positiv geladener Na<sup>+</sup>-Ionen in das Axon der tierischen Nervenzelle. Dessen Membran wird dadurch depolarisiert. Überschreitet diese Depolarisation einen bestimmten Schwellenwert, öffnen sich schlagartig weitere spannungsabhängige Na<sup>+</sup>-Ionenkanäle und Na<sup>+</sup>-Ionen strömen ihrem Konzentrationsgefälle und den Ladungsverhältnissen entsprechend durch die Ionenkanäle in das Axon. Im Innern des Axons entsteht ein Überschuss an positiver Ladung und die Polarisation der Membran kehrt sich um. Die spannungsgesteuerten Na<sup>+</sup>-Ionenkanäle schließen sich nach einer gewissen Zeit wieder.</p> <p>① Ruhepotenzial            ⑤ Schwellenwert                  ② Reiz                        ⑥ Aktionspotenzial                  ③ Depolarisation        ⑦ Refraktärphase                  ④ Hyperpolarisation    ⑧ Wiederherstellung des Ruhepotenzials</p> <p><i>Andere passende Fachbegriffe können die hier genannten ersetzen.</i></p>	6	8	
b)	<p>Erreichen über ein präsynaptisches Neuron APs eine erregende Synapse, so depolarisieren die in das postsynaptische Neuron hinein diffundierenden Na<sup>+</sup>-Ionen die postsynaptische Membran, was als EPSP bezeichnet wird. Ist der zeitliche Abstand zwischen zwei APs an derselben Synapse kurz genug, so ist ein Teil der beim ersten AP eingeströmten Na<sup>+</sup>-Ionen noch im Soma vorhanden, wenn durch das zweite AP erneut Na<sup>+</sup>-Ionen hinein diffundieren. Dann addiert sich das zweite Potenzial zu dem noch bestehenden, sodass ein höheres EPSP entsteht als bei einem einzelnen AP, da mehr Na<sup>+</sup>-Ionen vorhanden sind. Der Schwellenwert wird daher am Axonhügel häufiger überschritten, sodass mehr APs entstehen.</p> <p>Durch das zugefügte warme Wasser wird die Temperatur im Becken zwar ansteigen, was auf dem Thermometer abzulesen sein wird. Es gibt jedoch keinen Schwellenwert bei dessen Überschreitung ein deutlicher Unterschied zum nicht erregten Zustand erkennbar ist, wie es beim Aktionspotenzial der Fall ist. Um diesen Mangel zu beheben, könnte man einen Thermofühler mit angeschlossener Glühlampe verwenden, die beim Erreichen einer bestimmten Temperatur eingeschaltet wird.</p> <p>In der Schale gibt es keinen Abfluss, sodass sie beim mehrfachen Hinzufügen von Wasser überlaufen würde. Eine Nervenzelle kann aber mehrfach nacheinander gereizt werden. Um diesen Mangel zu beheben könnte man, statt Wasser einzufüllen, erwärmte bzw. gekühlte Metallstäbe ins Wasser stellen und nach der simulierten Reizung wieder entfernen. Hierdurch würde der Wasserspiegel nur minimal ansteigen.</p> <p><i>Andere Mängel bzw. Verbesserungen können die hier genannten ersetzen.</i></p>	4	2	5
c)	<p>Zum einen sagt die erste VOLTERRA-Regel aus, dass die Populationsdichten von Räuber und Beute periodisch schwanken. Die Schwankungen in der Gelegegröße sind beim Bussard jedoch insgesamt minimal, da sich dieser Räuber neben der Feldmaus auch von anderen Säugetieren, Reptilien und Vögeln ernährt und keine Nahrungsknappeit zu bestehen scheint. Aus diesem Grund schwankt die Populationsdichte also vermutlich kaum. Die Populationsdichte der Feldmäuse schwankt stark und periodisch, wie es</p>			

<p>in der ersten VOLTERRA-Regel beschrieben wird. Obwohl z.B. 1997 mehr als 50 % der Nahrung der Bussarde aus Feldmäusen besteht, ist eine Reduzierung der Feldmaus-Population auf 1/10 durch einen einzigen Räuber trotzdem unwahrscheinlich, da die Mäuse teilweise unterirdisch leben und auch nachtaktiv sind. Vermutlich haben eher ungünstige Umweltfaktoren, wie z.B. ein harter Winter, zur starken Abnahme der Populationsdichte geführt, was von der VOLTERRA-Regel jedoch nicht berücksichtigt wird.</p> <p>Weiterhin besagt die erste VOLTERRA-Regel, dass die Dichten der beiden betrachteten Populationen zeitlich verschobene Maxima aufweisen. Da die erhöhte Gelegegröße beim Bussard zeitgleich mit der erhöhten Populationsdichte der Feldmäuse eintritt und nicht zeitlich versetzt, entspricht dies ebenfalls nicht der Regel, nach der das Maximum der Räuberpopulation nach dem der Beutepopulation liegen müsste.</p> <p>Die Aussagen der ersten VOLTERRA-Regel treffen daher nicht auf das Beispiel von Mäusebussard und Feldmaus zu.</p> <p><i>Andere sinnvoll gewählte und mit dem Material belegte Argumente können die hier genannten ersetzen.</i></p>	2	8	3
<p>Verteilung der insgesamt <b>40</b> Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche</p>	<b>12</b>	<b>20</b>	<b>8</b>

**Quellenangaben**

Jungbauer, W. (Hrsg.): Aufgabenhandbuch Biologie Band 2 Ökologie. Köln (Aulis) 2010.  
 Kampf, Michael et al. (Hrsg.): Biologie heute SII – Lehrermat. Teil 2. Braunschweig (Bildungshaus) 2006.  
 Weber, Ulrich (Hrsg.): Biologie Oberstufe – Handreichungen für den Unterricht. Berlin (Cornelsen) 2009.  
[www.carolina.com/images/product/large/567419.jpg](http://www.carolina.com/images/product/large/567419.jpg)  
[www.planetofbirds.com/Master/ACCIPITRIFORMES/Accipitridae/pics/Common%20Buzzard.gif](http://www.planetofbirds.com/Master/ACCIPITRIFORMES/Accipitridae/pics/Common%20Buzzard.gif)  
[www.uv.es/zoobot/excrementos/images/imagtranspa/Ficha13Microtusarvalis.png](http://www.uv.es/zoobot/excrementos/images/imagtranspa/Ficha13Microtusarvalis.png)