

Musterabitur 2011 - Biologie

B 1 Schmerz: Biologische Grundlagen und Wirkungen

- 1 Viele Insektenarten aus der Familie der *Hymenoptera* (Hautflügler) verfügen über einen Giftstachel, mit dem sie sich, für den Angreifer schmerzhaft, zur Wehr setzen können. Dazu gehören u. a. die Honigbiene (*Apis mellifera*), die Hornisse (*Vespa crabro*) und verschiedene andere Wespenarten.

In der Natur kommt es immer wieder vor, dass Frösche, insbesondere unerfahrene Frösche, versuchen, diese wehrhaften Insekten zu fressen. Beim Beutefang sitzen Frösche üblicherweise bewegungslos an einer Stelle.

Kommt ein Beutetier in erreichbare Nähe dreht sich der Frosch in diese Richtung. Ausschleudern der Zunge, Schnappen und Schlucken erfolgen zusammenhängend und in einer für den Menschen nicht mehr auflösbaren Geschwindigkeit. Nach dem Zuschnappen, z. B. nach einer Wespe, beobachtet man folgendes Verhalten: Der gestochene Frosch spuckt die erbeutete Wespe sofort wieder aus, würgt und versucht wiederholt mit den Vorderbeinen das Beutetier zu entfernen, obwohl dieses bereits weggeflogen ist.



- 1.1 Vergleichen Sie Frosch (Wirbeltier) und Hornisse (Gruppe der Wirbellosen) hinsichtlich des Aufbaus der Nervenfasern und der Art und Geschwindigkeit der Erregungsleitung in einer Nervenfaser! [6 BE]
- 1.2 Zeichnen Sie ein allgemeines Schema eines Reflexbogens und beschriften Sie es! [5 BE]
- 1.3 Prüfen Sie anhand der obigen Beschreibungen und auf der Basis Ihres Wissens über Reflexe, ob es sich bei der vom Frosch nach dem Wespenstich gezeigten Verhaltensweise um einen Reflex handeln könnte! Schlagen Sie eine mögliche experimentelle Untersuchung vor, mit der Sie Ihre Entscheidung überprüfen könnten! [8 BE]
- 1.4 Für die Wahrnehmung von Schmerzen sind Schmerzrezeptoren, z. B. in der Haut, verantwortlich. Bei Wirbeltieren wird die Schmerzinformation zuerst zum Rückenmark geleitet. Dort kommt es einerseits zur Reflexverschaltung; andererseits gelangt die Information über den Vorderseitenstrang (*Tractus spinothalamicus*) in das Gehirn. Stellen Sie eine Hypothese auf, warum es im Rückenmark einerseits zur Reflexverschaltung und andererseits zur Weiterleitung der Schmerzinformation an das Gehirn kommt! [4 BE]

1.5 Im gleichen Lebensraum wie die Hornisse tritt in Deutschland sehr selten auch der Hornissenschwärmer (*Sesia apiformis*) aus der Ordnung der Schmetterlinge auf.

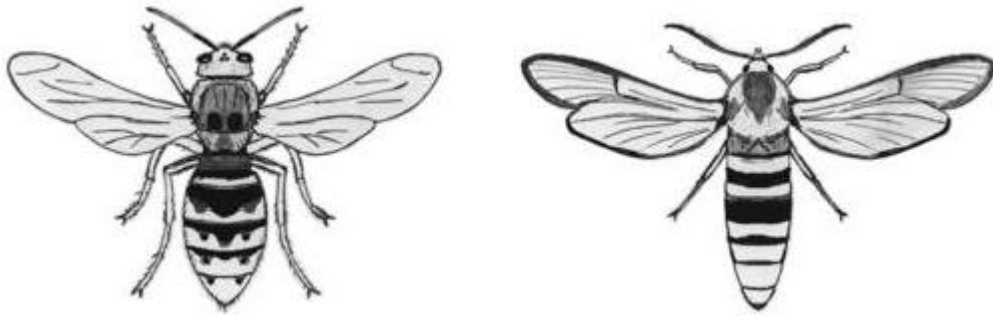


Abb.1: Erscheinungsbild von Hornisse (links) und Hornissenschwärmer (rechts)

1.5.1 Erklären Sie aus evolutionsbiologischer Sicht, wie sich die der Hornisse ähnelnden Merkmale des Hornissenschwärmers entwickeln konnten! [6 BE]

1.5.2 Um herauszufinden, warum Hornissenschwärmer wesentlich seltener vorkommen als Hornissen, entwickelten Wissenschaftler ein Modellexperiment, bei dem ein Räuber sowohl Hornissen als auch Hornissenschwärmer frisst. In den Simulationen gelten folgende Randbedingungen:

- a) Unerfahrener Räuber frisst Vertreter beider Arten, wenn sie zufällig in seine Nähe kommen.
- b) Nachdem der Räuber drei Hornissen gefressen hat, meidet er in der Folge alle gelb-schwarzen Tiere.

Es werden zwei Simulationen durchgeführt, bei denen zu Beginn jeweils unterschiedliche Populationsgrößen von Hornisse bzw. Hornissenschwärmer vorliegen. Dabei ergaben sich folgende Werte:

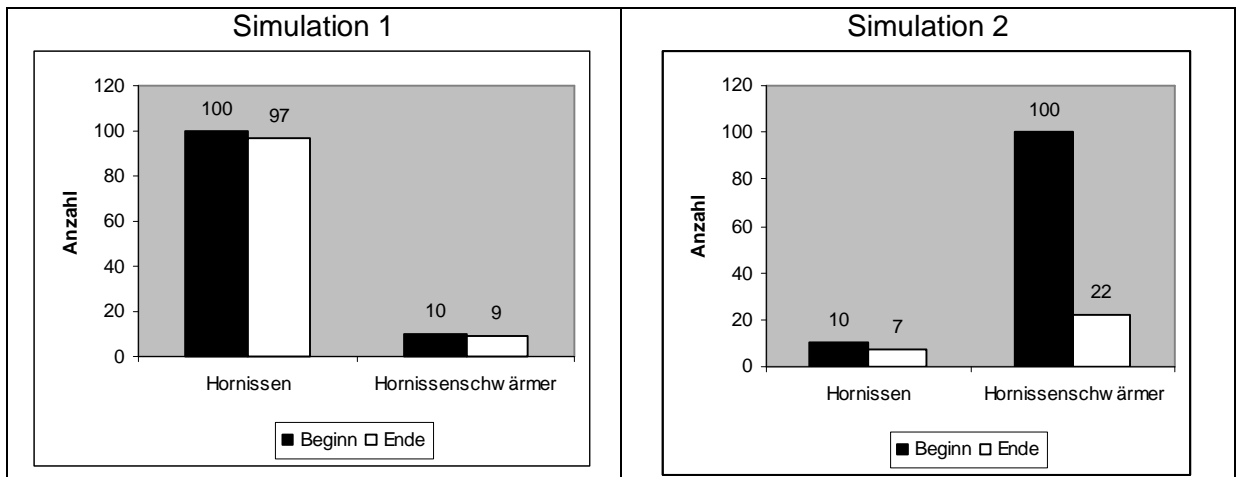


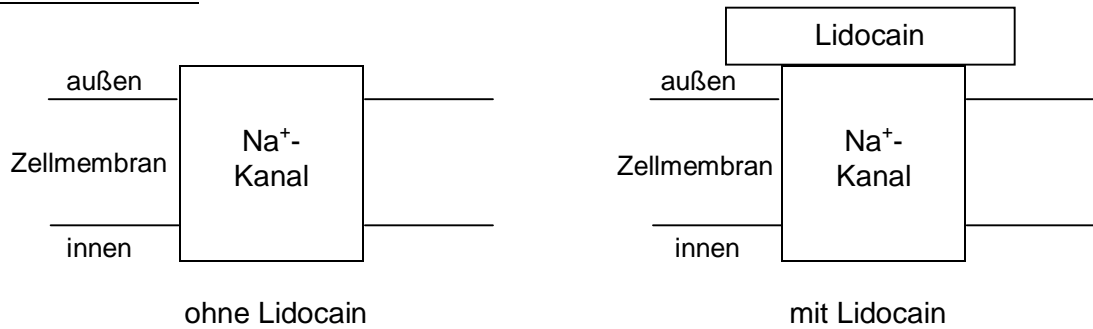
Abb. 2: Simulationsexperiment zur Populationsgröße bei Hornissen und Hornissenschwärmern

Erläutern Sie die Befunde des Simulationsexperimentes und leiten Sie aus dem Modell aus ethologischer Sicht ab, warum Hornissen in der Natur wesentlich häufiger vorkommen als Hornissenschwärmer! [6 BE]

2 Medizinische Schmerzforschung

Multiple Sklerose (MS) ist eine der häufigsten chronischen Erkrankungen des Zentralnervensystems in Mitteleuropa. Schätzungen zufolge leiden allein in Deutschland über 120.000 Menschen an MS¹. Ursache dieser Krankheit ist eine Zerstörung der Myelinscheiden von Nervenzellen. Dadurch haben die Patienten u. a. sehr häufig Schmerzen. Moderne Schmerzmittel können die Reizweiterleitung hemmen und somit die Wahrnehmung des Schmerzes in der Großhirnrinde verhindern. Einer dieser Wirkstoffe ist Lidocain, dessen zellulärer Wirkmechanismus an der Membran einer afferenten Nervenfaser ohne und mit Lidocain im Folgenden modellhaft dargestellt ist:

Im Ruhezustand:



Nach überschwelliger Reizung:

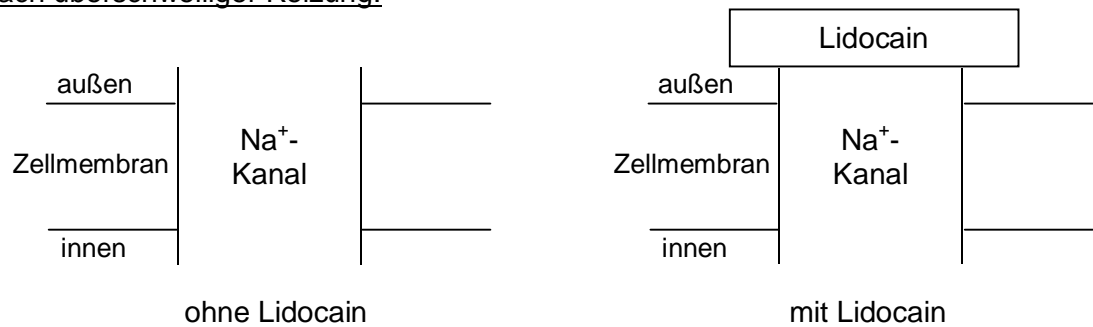


Abb. 3: Einfluss von Lidocain an der Membran einer afferenten Nervenfaser

Erklären Sie anhand der modellhaft dargestellten Wirkungsweise von Lidocain, warum dieses Medikament die Reizweiterleitung an das Gehirn verhindert!

[5 BE]

[40 BE]

¹ Zahlen nach: Hein & Hopfenmüller: *Hochrechnung der Zahl an Multiple Sklerose erkrankten Patienten in Deutschland*. *Nervenarzt*. 2000; 71 (4): 288-94.