

Echoortungssystem der Fledermäuse

- Bilder zu Fledermäusen
- Erste Ideen

Wozu brauchen die Fledermäuse das Echoortungssystem?



Fledermaus bei Nacht [NPS](#) Public Domain, 12.12.2013

Da Fledermäuse nachaktiv sind, müssen sie sich auch in völliger Dunkelheit orientieren können. Sie müssen Hindernissen ausweichen und Beute aufspüren können. Zudem schlafen sie tagsüber in Höhlen. Bei Nacht, wenn sie aufwachen, ist es dort noch dunkler als im Freien, da es dort keinerlei Lichtquellen gibt.

Die Fledermäuse haben deswegen ein Echoortungssystem entwickelt. Sie senden hohe Töne, die für das menschliche Ohr nicht hörbar sind, los. Gegenstände und Lebewesen werfen diese Töne als Echo zurück, dadurch wissen die Fledermäuse z.B. wo ihre nächste Beute ist.

Wie wurde das Echoortungssystem erforscht?

Früher hat man geglaubt, dass Fledermäuse (wie andere nachaktive Tiere) besonders gute Augen hätten, um sich in der Dunkelheit zurechtzufinden. Da die Fledermäuse jedoch in Höhlen leben, wo es nochmals dunkler ist als normalerweise bei Nacht, vermutete man, dass die Tiere noch einen anderern, spezielleren Weg gefunden hätten, sich zu orientieren.

Als man nun Versuche mit Fledermäusen durchführte, indem man sie in dunklen Räumen mit verbundenen Augen oder Ohren fliegen ließ, konnten sich Fledermäuse mit verbundenen Augen ausgezeichnet zurechtfinden, während sie mit verbundenen Ohren völlig ohne Orientierung waren.

Später gab es Vermutungen, dass Fledermäuse mit ihren Flügeln niederfrequente Töne erzeugten. Erst kurz vor dem 2. Weltkrieg, als George W. Pierce den Schalldetektor erfand, wurde die Wahrheit über die Fledermausohren herausgefunden.

Welche Arten des Rufes gibt es?

Die Fledermäuse senden eine Serie von 5 oder mehr verschiedenen Überschalltönen aus. Diese Töne dauern zwischen etwas weniger als eine Sekunde bis zu einem Hundertstel einer Sekunde und haben eine Frequenz von 9kHz bis 200kHz (zum Vergleich: Erwachsene Menschen können Tonhöhen zwischen 16Hz und 18kHz wahrnehmen). Je höher die Frequenz der einzelnen Töne ist, desto kürzer sind die Wellenlängen. Dadurch können sie genauer ihre Umwelt wahrnehmen.

Die Tiere passen ihren Ruf ihrer Situation an: Wenn sie sich in freiem Gelände befinden (Wiesen/Felder), dann werden ihre Rufe länger, lauter und weniger frequenzmoduliert. Sobald sie sich aber verschiedenen Hintergründen nähern (Bäume/Häuser) oder ein Insekt fangen wollen, so werden sie kürzer und stärker frequenzmoduliert.

Wie wird der Ruf erzeugt?

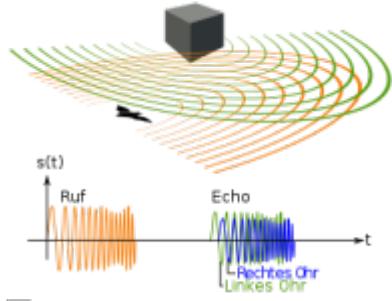
Der Ton, den die Fledermäuse aussenden, wird im Kehlkopf erzeugt. Dabei wird Luft zwischen zwei Membranen hindurchdrückt (wie bei anderen Säugetieren) und so zum Schwingen gebracht. Durch das Anspannen der Muskeln, welche die Membranen halten, werden unterschiedliche Tonhöhen erzeugt. Im Kehl- und Rachenraum der Tiere werden die Töne zusätzlich verstärkt und gefiltert. Je nach Fledermaus sind entweder die Ohren oder die Nase angepasst (zur besseren Aufnahme oder zur besseren Verstärkung).

Wie wird das Echo empfangen und verarbeitet?

Die Fledermäuse haben kleine trichterförmige Ohren, welche sie nach belieben neigen und drehen können um Schallquellen genauer orten zu können. Außerdem sind beide Ohren unabhängig voneinander. Die Hörschnecke des Ohrs hat sehr viele Windungen (BILD!!), um die Frequenzen besser analysieren zu können. Bei der Hufeisenfledermaus ist die Hörschnecke sogar so klein und genau, dass sie vergleichbar mit dem gelben Fleck des menschlichen Auges ist. Nachdem ein Echo das Ohr erreicht hat, wird es zum Gehirn weitergeleitet. Dort wird es nach Tonhöhe sortiert und analysiert.

Dabei gehen sie so vor: Je länger ein Ton braucht, um zurückzukommen, desto weiter ist der Reflektor (= Gegenstand, der ein Echo zurückwirft) entfernt. Wenn ein Ton schon nach 0,001 Sekunden seinen Weg zurückgefunden hat, dann ist der Reflektor 17 Zentimeter entfernt. Er hat - durch den Hin- und Rückweg - insgesamt 34 Zentimeter zurückgelegt. Außerdem spielt die Temperatur eine Rolle, denn ein Ton ist eine Verschiebung von Luftteilchen, welche durch die Lufttemperatur verändert werden kann. Deshalb haben Fledermäuse ein äußerst feines Temperaturempfinden.

Die Erkennung des Objekts beruht demnach auf Lautstärke des einzelnen Tones und den zeitlichen Verlauf der eingegangenen Töne.



Das Echoortungssystem anschaulich dargestellt [Martin-rnr](#) Public Domain, 19.12.2013

Richtungsbestimmung

Kommt das gleiche Echo im rechten Ohr später als im linken an, weiß die Fledermaus dass sich das Objekt links von ihr befindet. Kommt es später im linken als im rechten Ohr an, ist das Objekt rechts. Woher sie wissen ob es von oben oder unten kommt ist bisher noch nicht eindeutig geklärt.

Genauigkeit

Mit ihrem Ausgefeilten Echoortungssystem können Fledermäuse kleinste Gegenstände erkennen. Die Zwergfledermaus etwa kann Drähte mit einem Durchmesser von 0,28 Millimeter erkennen und Taufliegen von 3 Millimeter lange jagen. Zudem können alle dieser Tiere Ziele unterscheiden, die nur 10 Millimeter auseinanderliegen. Eine Mittelmeer-Hufeisennase findet gar ihren Weg durch 0,05 Millimeter dicke Drähte. Und dank ihres so gut wie perfekten Gehörs können die Tiere die Oberflächenstruktur und sogar das Material des Reflektors erkennen.

Verglichen mit dem menschlichen Auge ist dies natürlich nicht sehr erstaunlich, aber hören kann ein Mensch lange nicht so gut!!

Wie schützen sich Nachtfalter vor der Echoortung durch Fledermäuse?

Einige Nachtfalter, haben ein einfaches Ohr auf ihrem Thorax (= Brustkorb), mit dem sie die Echoortungstöne wahrnehmen können. So werden sie rechtzeitig gewarnt und können ausweichen. Andere Nachtfalter immitieren die Rufe der Fledermäuse, indem sie hochfrequente Klicklaute erzeugen. Dadurch wird das Echoortungssystem beeinträchtigt.