

8. Übungsblatt

Aufgabe 8: Fledermäuse erkennen Wasseroberflächen

Der Ruf

Der Ruf besteht meistens aus einer Serie von fünf oder mehr verschiedenen Tönen, die eine Dauer von weniger als einer Sekunde bis zum Hundertstel einer Sekunde haben können, siehe auch Chirp. Fledermäuse können Frequenzen zwischen 9 kHz und 200 kHz ausstoßen. Erwachsene Menschen nehmen meist nur Frequenzen zwischen 16 Hz und 18 kHz wahr. Mit Hilfe eines Bat-Detektors können Ultraschallrufe auch für Menschen hörbar gemacht werden. Dieser wandelt die Rufe in Schallwellen niedrigerer Frequenz um, die in den Hörbereich des Menschen fallen.



Nachdem die Echos in den Ohren aufgenommen wurden, wird diese Information an das Gehirn weitergeleitet, wo die verschiedenen Echos anhand ihrer Frequenzen in die richtige Reihenfolge gebracht und dann analysiert werden. Je länger ein Echo benötigt, um nach dem Ruf wieder das Ohr zu erreichen, desto weiter ist der Reflektor entfernt. Ein Zeitabstand von einer Millisekunde entspricht etwa einer Objektentfernung von 17 Zentimeter (zurückgelegter Schallweg zum Objekt hin und zurück also 34 cm). Da die Abstandswahrnehmung von der Schallgeschwindigkeit und damit von der Temperatur der Luft abhängt, entwickelten die Fledermäuse auch ein fein ausgeprägtes Temperaturempfinden, welches in die Abstandswahrnehmung mit einfließt. Fledermäuse können Laufzeiten bis zu ca. 0,1 Millisekunden erkennen. Da beide Ohren die Ultraschallechos empfangen, kann das Gehirn beide Bilder zu einem 3D-Bild zusammenfügen, das einem Vergleich mit unserem Augenbild mehr als standhält.

Abbildung 1: Informationen zur Fledermaus. Ausschnitte aus WIKIPEDIA.ORG.

- Berechnen Sie die kleinste und die größte Wellenlänge, die Fledermäuse zur Ortung aussenden können. Die Schallgeschwindigkeit in Luft beträgt $c_{Luft} = 343,0 \text{ m/s}$. Um welche Art von Wellen handelt es sich?
- Welchen physikalischen Effekt macht sich die Fledermaus zunutze, um zu unterscheiden, ob eine Oberfläche glatt oder strukturiert ist? Skizzieren Sie beide Situationen und erläutern Sie, zu welchen Unterschieden es kommt.



- c) Denken Sie an die Filmszene, in der die Fledermaus das Wasser trinkt. Nehmen Sie an, die Fledermaus fliegt zunächst 20 cm über der Wasseroberfläche und sendet ein Ultraschallsignal nach unten aus. Nach welcher Zeit erhält sie Informationen, in welcher Distanz sie sich zur Oberfläche befindet?

Sie erhält ein zweites Signal 2,92 ms nach dem ersten Signal. Erläutern Sie, welches Echo sie nun ortet und berechnen Sie, wie tief der See ist. Die Schallgeschwindigkeit in Wasser beträgt 1485 m/s.

- d) *Zusatzaufgabe*

In dem Film hat die Fledermaus Insekten gefangen. Welche Frequenz registriert die Fledermaus, wenn sie sich mit 6 m/s auf eine Mücke zubewegt, die in der Luft an einem festen Punkt schwirrt? Die Fledermaus sendet ihre Schallwellen mit einer Frequenz von 100 kHz.

TIPP: Zerlegen Sie diese Aufgabe in zwei Teilaufgaben: 1. Die Fledermaus fliegt auf die Mücke zu, bei der Mücke kommt eine höhere Frequenz an, als die Fledermaus ursprünglich emittiert hat. 2. Die Mücke reflektiert das Signal zur Fledermaus zurück, jetzt ist die Mücke der Sender und die Fledermaus der Empfänger.

zu 1. Fertigen Sie eine Skizze der auf die Mücke (Empfänger) zufliegenden Fledermaus (Sender) an. Welche Frequenz haben die Schallwellen, die bei der Fledermaus ankommen? Gehen Sie zunächst von der Wellenlänge des Schalls aus, die auf die Mücke (Beobachter) treffen und nutzen Sie die Beziehung $f = c/\lambda$.

zu 2. Die Fledermaus ist der Beobachter, die Mücke der Sender mit der Frequenz, die in 1. berechnet wurde. Was gilt für die Relativgeschwindigkeit zwischen Mücke und Fledermaus?