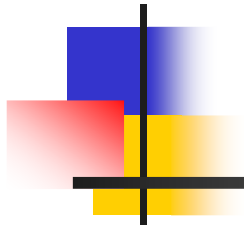


Ultraschallortung





Inhaltsverzeichnis

- Definition
- Vorkommen im Tierreich
- Entdeckung
- Lauterzeugung
- Auswertung der Echos
- Verarbeitung der Echoinformation
- Anwendung für den Menschen
- Quellen



Definition Ultraschall

- Mit Ultraschall bezeichnet man Schall, oberhalb der menschlichen Hörschwelle, mit Frequenzen zwischen 20 kHz und 1 GHz.
- Eigenschaften:
kurzwellig: um so kleiner die Wellenlänge, um so kleiner das Objekt, an dem der Schall noch reflektiert werden kann, also um so größer das Auflösungsvermögen
um so kleiner die Wellenlänge, um so größer die Dämpfung in Luft und um so kürzer die Reichweite



Vorkommen im Tierreich

- Microchiropteren (Fledermäuse)
- Bestimmte Cetaceen, insbesondere bei Tümmlern und Delphinen
- Bei Vögeln nur asiatische Salangen (Collocalia) und südamerikanische Fettschwalme (Steatomis)



Bechstein-Fledermaus





Großer Tümmler



Fettschwalm





Entdeckung der Echoortung bei Fledermäusen

- 18 Jahrhundert vom italienischen Naturwissenschaftler *L.Spallanzani*
- 1938 gelingt es D.Griffin u. R.Galambos mit neuen akustischen Geräten nachzuweisen, dass Fledermäuse Ultraschalllaute ausstoßen und mittels deren Echos im Dunkeln „sehen“ können.



Erzeugung der Laute

- **Glattnasen** erzeugen die Laute, indem sie mit der Zunge schnalzen. Sie entlassen die Schallwellen aus ihrem Mund.
- Der Nasenaufsatz der **Hufeisennasen** richtet die Schallwellen aus, die zuvor durch den Kehlkopf entstanden sind.



Große Hufeisennase

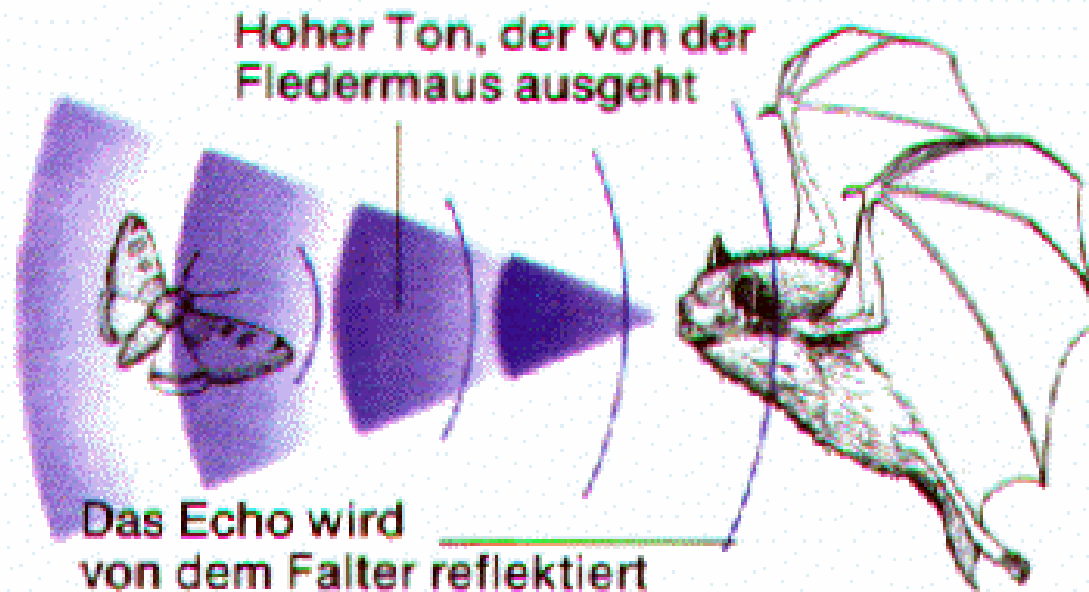


Kleiner Abendsegler



Echopeilung der Fledermaus

Echopeilung der Fledermäuse



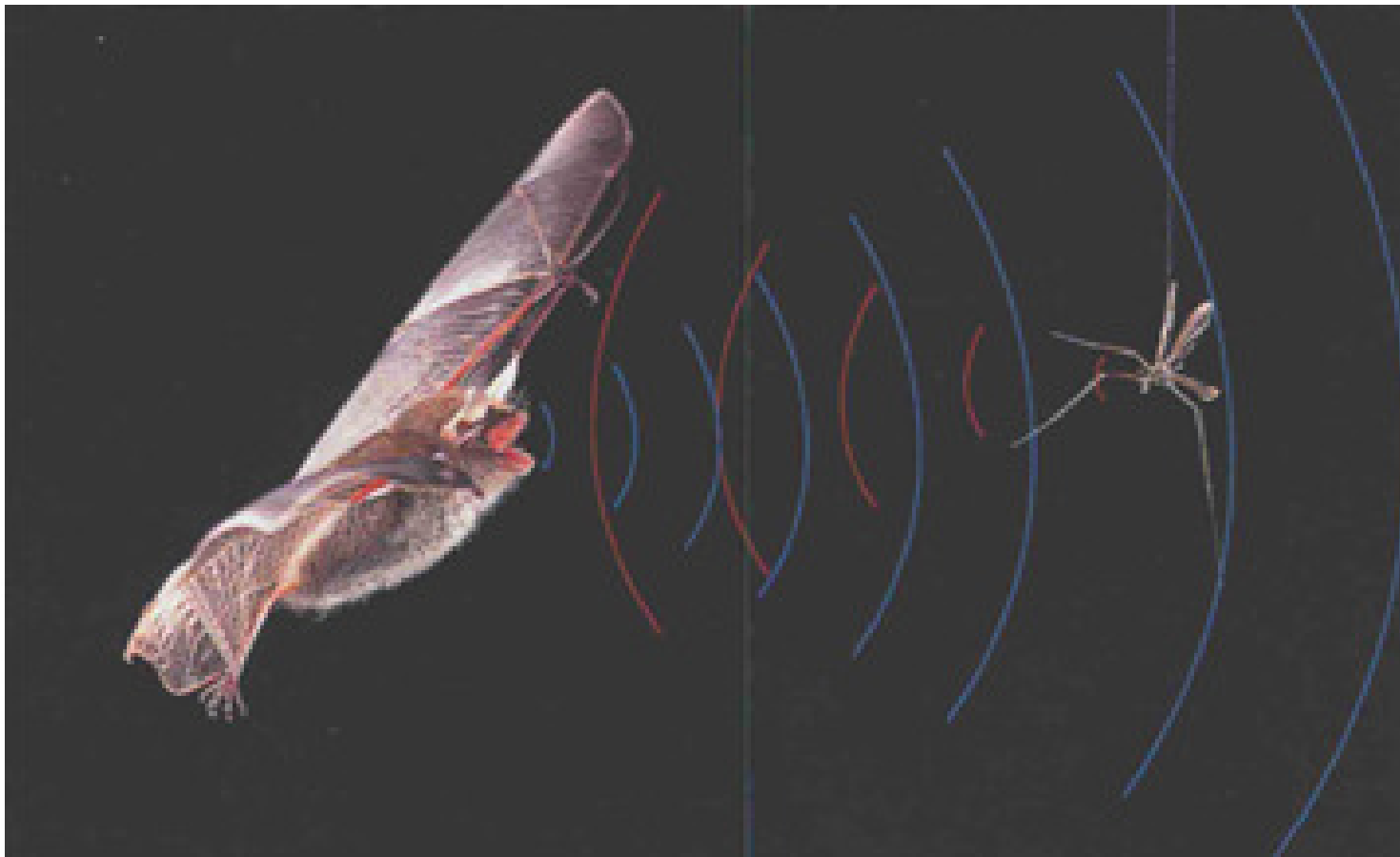
Die Töne, die Fledermäuse aussenden, werden von den Objekten, auf die sie stoßen, reflektiert. Eine Fledermaus orientiert sich am Echo



Der Insektenfang der Fledermaus

- **Suchphase:** wenig Laute, Ortungslaute relativ lang und laut
- **Fangphase:**
bis zu 100 Laute pro Sekunde, Verkürzen der Impulse, um Überlappung mit dem Echo zu verhindern
- **Letzte Phase:**
summartige Emission, Abfallen der Frequenz auf 25-30 kHz Gefangen wird die Beute mit den Flügeln, der Schwanzhaut ("keschern") oder dem Maul.

Echoortung





Lauttypen

- CF-Ruf („constant frequency“)
- FM-Ruf („frequency modulated“)



Der CF-Ruf

- Konstante Frequenz
- 3 verschiedene Frequenzen
 - 1. Harmonie = 30 kHz
 - 2. Harmonie = 60 kHz
 - 3. Harmonie = 90 kHz
- Hohe Reichweite
- Einfarbiges, lang anhaltendes Echo



Der FM-Ruf

- Mit der Zeit abnehmende Frequenz
- Geringere Reichweite
- Farbiges Echo
- Beuteverfolgung



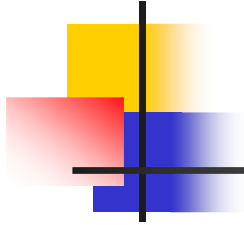
Information der Echos

- Größe (Intensität des Echos)
- Relative Geschwindigkeit (Dopplerverschiebung)
- Beschaffenheit, Oberflächenstruktur (Interferenzen)
- Entfernung (Zeitdifferenz zw. Ruf und Echo)
- Richtung (unterschiedliche Ankunftszeit an beiden Ohren, sog. "binaurale Differenz")



Kontralaterale Hemmung

- Aktivierung akustischer Nervenfasern auf der einen Seite des Kopfes, die für bestimmte Wellenlängen empfindlich sind führen zu einer Hemmung von Zellen in homologen Gebieten des akustischen Zentrums der Gegenseite.
- Verstärkt die Unterschiede zwischen den Intensivitäten, die auf den beiden Kopfseiten wahrgenommen werden.
- Richtung aus der der Echo kommt lässt sich genauer bestimmen.

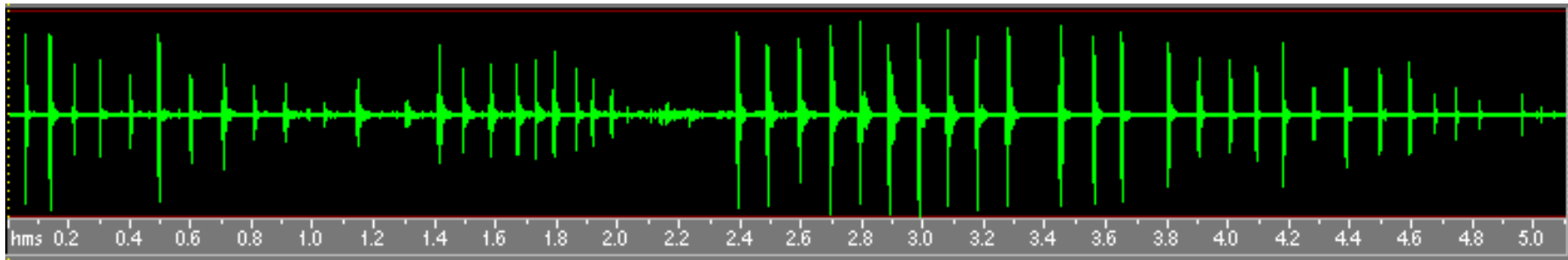




Weitere Anpassungen

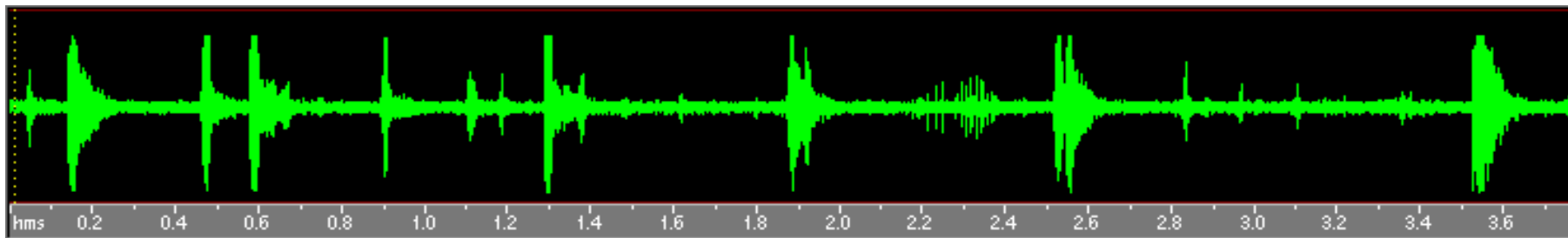
- Schnelle Erholung nach geräuschvollem Laut
- Kurzfristige erhöhte Empfindlichkeit gegenüber Lauten, die ähnliche Charakteristika haben, wie der soeben gehörte (ausgestoßene) Laut.

Zwergfledermaus während der Jagd



Zum Zeitpunkt 2,2s ist deutlich das Geräusch zu hören, mit dem jede Fledermausart ihrer Beute aus nächster Nähe anpeilt. Während die Ortungsrufe sonst sehr regelmäßig ausgestoßen werden, fällt der Ruf zum Zeitpunkt 3,4s einfach aus (Aufnahme bei ca. 44 kHz Mittenfrequenz).

Abendsegler beim Beutefang



Mehrere Abendsegler jagen in etwa 10m Höhe über einem See. Zum Zeitpunkt 2,3s ist zu hören, wie ein Abendsegler eine Beute anpeilt. Die leiseren Rufe sind weitere Abendsegler im Hintergrund (Aufnahme bei ca. 25 kHz Mittenfrequenz).

Anwendungsbereiche des Ultraschalls



- Echolot, Sonar: Tiefenmessung und Meeresbodenuntersuchung aus Wasserfahrzeugen heraus
- Sonografie zur Untersuchung von Mensch und Tier



Quellen

- Tierphysiologie (Roger Eckert) Thieme Verlag
- Björn Siemers, Dietmar Nill
Buch: Fledermäuse – Das Praxisbuch

- <http://www.bogon-naturfoto.de>
- <http://www.fledermauskunde.de>
- <http://www.zoologie.uni-bonn.de/Neurobiologie/boehm/online-sem/hoeren/sld024.htm>
- http://www.studentenlabor.de/ws04_05b/SinneSeminar/Echoortung/Echoortung_Code/Echoortung_c.html
- <http://www.naturschutz-glattbach.de>
- http://home.foni.net/~frankpl/fmwav/fmwav_d.htm
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Echoortung>

Ende

