

## Lokalisierung fliegender Fledermäuse mit unsynchronisierten Ultraschallrecordern

### Localization of flying bats by unsynchronized ultrasonic recorders

Von KLAUS VON DER HEIDE, Seestraße 129, D-21514 Güster, E-Mail: Klaus@v-d-Hei.de

#### Abstract

Sound sources like bat calls can be localized if the signals of at least four microphones are synchronously processed. It needs some expense and usual bat detectors cannot be used. This paper shows a way to get information on the position of calling bats if the signals contain ground-echos, from an undisturbed water surface for example. It is possible to gain distance and height of the bat calls with only two usual bat recorders of arbitrary type assembled vertically above the water.

#### Keywords

localization, ultrasound, signal-processing

#### Zusammenfassung

Schallquellen wie Rufe von Fledermäusen lassen sich orten, wenn man wenigstens vier Mikrofone benutzt und die Signale geeignet verarbeitet. Das ist mit hohem Aufwand verbunden und mit üblichen Bat-Detektoren nicht möglich. Die vorliegende Arbeit zeigt einen Weg, wie man schon mit zwei unabhängig voneinander arbeitenden Ultraschalldetektoren Ortsinformation gewinnen kann, wenn die Signale Boden-Echos enthalten, etwa von einer glatten Wasseroberfläche. Mit zwei Recordern beliebigen Typs kann man bei vertikaler Anordnung der Mikrofone die Distanz und die Höhe jedes Fledermausrufs und damit die Flugbahn in diesen zwei Koordinaten ermitteln.

#### Schlüsselwörter

Lokalisierung, Ultraschall, Signalverarbeitung

#### 1 Einleitung

Unter Lokalisierung ist die Bestimmung des Ortes der Ultraschallquelle gemeint, deren Signale von Mikrofonen aufgenommen werden. Mikrofone, die einige Meter voneinander entfernt platziert sind, empfangen die Signale aufgrund der endlichen Schallgeschwindigkeit zu unterschiedlichen Zeiten. Aus den gemessenen Laufzeitunterschieden und den bekannten Positionen der Mikrofone sowie der Schallgeschwindigkeit kann der Ort der Schallaussendung ermittelt

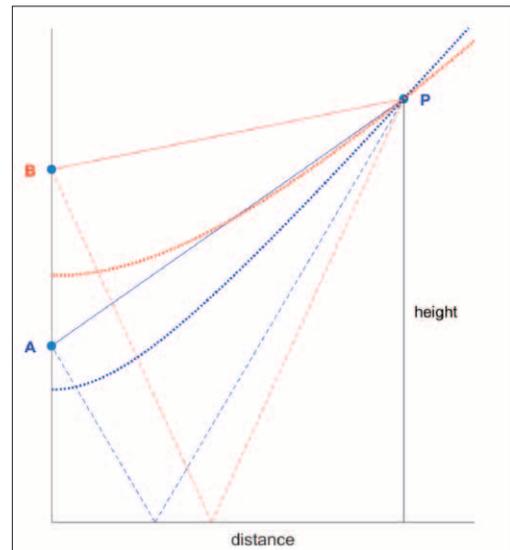


Abb. 1: Zwei Ultraschallmikrofone A und B, die senkrecht übereinander über der Wasseroberfläche angebracht sind, nehmen die Rufe der Fledermaus P über den direkten Weg (durchgezogene Linien) und als Reflexion (gestrichelte Linien) auf. Gepunktet sind die Linien konstanter Zeitdifferenz.

Fig. 1: Two ultrasound microphones A and B are located vertically above the water surface. They receive the bat calls directly (solid lines) and via the reflection at the water surface (dashed lines). Lines of constant echo delay are dotted.

dafür geben die Abbildungen 8 bis 11. Ab Ruf 25 ist das Echo in der Autokorrelation nicht mehr sichtbar. Schon die Punkte der letzten vier Rufe in Abb. 9 zeigen das Ansteigen des Rauschens. Lineare Extrapolation der Abwärtsbewegung in Abb. 9 (gestrichelt) liefert 0.58 s als Zeitpunkt des Kontakts mit dem Wasser. Tatsächlich ist dieser im Sonagramm der Abb. 8 bei 0.61 s zu sehen.

Bei so tief fliegenden Fledermäusen ist die Echoverzögerung so klein, dass der zeitliche Abstand der Rufe selbst in Fangsequenzen immer deutlich größer ist. Anders als im Beispiel der Breitflügel-Fledermaus in Abb. 5 gibt es hier also kein Problem der Zuordnung von Echos zu direkten Signalen.

Die Bestimmung der Echo-Verzögerung mit der Autokorrelation ist auch möglich, wenn man nur einen Ultraschallrecorder hat. Dann kann man die Rufe zwar nicht lokalisieren. Ob die Fledermaus in einer Fangsequenz zum Wasser herunterstößt, ist mit nur einem Recorder schon gut zu ermitteln. Der Autor hat aber auch viele Fangsequenzen der Wasserfledermaus aufgenommen, bei denen der Fang deutlich über dem Wasser und z.T. unter Beschleunigung des Fluges stattfindet.

## Literatur

- GHOSE, K., ZOTKIN, D., DURAISWAMI, R., MOSS, C. F. (2001): Multimodal localization of a flying bat. Proc. ICAS-SP-2001, Salt Lake City, UT.  
[http://www.batlab.umd.edu/publication/Multimodal localization of a flying bat.pdf](http://www.batlab.umd.edu/publication/Multimodal_localization_of_a_flying_bat.pdf)