



# Annemarie Surlykke

Professorin der Biologie

University of Southern Denmark, Odense

Geboren 1955 in Kopenhagen; verstorben 2015 in Odense.

Studied Biology at Odense University, Denmark

SCHWERPUNKT

## ARBEITSVORHABEN

### Wie erkennen Fledermäuse ihre Beute bei Lärm und Hintergrundgeräuschen?@

During my stay at the Wissenschaftskolleg, I want to develop a model of how bats detect and recognize prey echoes, while receiving clutter echoes from the background or - probably worse - echolocation calls from conspecifics hunting nearby.

Bats (Chiroptera) are the most ecologically diverse group of mammals with ~1100 extant species. Their complex echolocation permits access to a broad range of resources at night. My research has focused on the adaptation of echolocation signals to habitat and prey type and the acoustic co-evolution of bats and their hearing prey. Acoustic adaptations of sonar calls involve time-frequency structure as well as intensity and directionality, which determine the range and resolution of the sonar. In their natural environment, bats produce much louder and more-directional calls than in the lab, and certain tropical bats emit extremely loud calls.

However, echolocation is not just a question of detecting prey. Equally challenging is segregation and grouping of information to recognize prey and other objects buried in background clutter or calls from nearby bats. These problems are related to how humans recognize speech against background noise. Bats adapt their acoustic behavior to detect and capture prey in clutter. In a complex acoustic environment they point the sonar beam sequentially at obstacles or prey, hence sampling one object at a time, demonstrating remarkable parallels with visual animals scanning a scene with the eyes.

Based on realistic field data on bat echolocation calls and behavioral reactions of bats in a complex acoustic scene, I want to focus on object recognition and figure-ground segregation by echolocation. How does it compare with visual scene analysis? Also, sensory modalities interact: Hearing can be influenced strongly by vision, and in a more primitive system, moths, smell (of pheromones) strongly influences hearing (of predators: bats). The theoretical framework will draw upon the expertise of the other members of the focus group Auditory and Visual Scene Analysis, which is composed of scientists with a broad range of expertise. The goal is to understand general principles of how perception is tied to action, independent of modality.

#### Recommended Reading

Surlykke, A. and E. K. V. Kalko. 2008. "Echolocating bats cry out loud to detect their prey." PLoS One, in press.

Moss, C., K. Bohn, H. Gilkenson, and A. Surlykke. 2006. "Active listening for spatial orientation in a complex auditory scene." PLoS Biology 4, 4: 615-626.

Skals, N., P. Anderson, M. Kannevorff, C. Löfstedt, and A. Surlykke. 2005. "Her odours make him deaf: crossmodal modulation of olfaction and hearing in a male moth." J.exp.Biol. 208: 595-601.

## Echoortung bei Fledermäusen - auf welche Entfernung und in welchem Umkreis können Fledermäuse mit Schall "sehen"?

Unter den Säugetieren sind Fledermäuse einzigartig, weil sie aktiv fliegen und sich mit Schall in totaler Dunkelheit orientieren können. Fledermäuse sind also in Bezug auf ihr Gehör hoch spezialisiert und daher die idealen Säugetiere, um das Hören und die Orientierung mithilfe von Schall zu untersuchen.

Fledermäuse bedienen sich der Echolokation bzw. eines Biosonars, um sich zu orientieren und um Beute in der Dunkelheit aufzuspüren. Sie stoßen kurze, hochfrequente Schallimpulse zur Echoortung aus und können sich anhand der Echos, die von der Umgebung zurückgeworfen werden, mit ihrem Gehör orientieren. Fledermäuse sind eine sehr diversifizierte Gruppe mit mehr als 1100 Spezies. Sie ernähren sich von sehr unterschiedlichen Dingen, etwa kleinen Wirbeltieren, Blut, Pollen, Nektar, Früchten, vor allem aber Insekten. Ihre Nahrung suchen sie in allen möglichen Lebensräumen, unter freiem Himmel ebenso wie in der Nähe oder direkt in der Vegetation. Die Frequenz und Dauer ihrer Ortungsschreie sind den akustischen Bedingungen des Habitats und ihrem Fressverhalten angepasst. Im Allgemeinen stoßen Fledermäuse, die Insekten im offenen Luftraum jagen, lange schmalbandige Schreie aus, während Fledermäuse, die in der Nähe der Vegetation jagen, kurze breitbandige Schreie ausstoßen. Je nach Spezies unterscheiden sich die Schreie also sehr, und viele Fledermausarten können allein aufgrund ihrer Schreie unterschieden werden.

Die Funktion des Biosonars hängt nicht nur von der Frequenz und Intensität der Schreie ab. Die Schallintensität und die Form des Sonarstrahls sind ebenso wichtig, wenn man die Reichweite und Breite der "Sonarsicht" bestimmen will. Die Intensität ist anscheinend an das Habitat angepasst; Fledermäuse, die im offenen Raum jagen, sind besonders laut (große Reichweite), während Fledermäuse, die in der Nähe der Vegetation jagen, leiser sind. Es ist noch nicht erwiesen, dass die Form des Schallstrahls an die Umgebungsbedingungen angepasst ist, aber möglicherweise ist dabei von Bedeutung, wie der Schrei ausgestoßen wird. Einige Fledermäuse stoßen Echolotschreie durch den Mund, andere durch die Nase aus. Die nasenschreienden Fledermäuse haben ausgeklügelte Hautfalten oder "Nasenblätter" rund um die Nasenlöcher. Man nimmt an, dass die Form und Größe der schallausstoßenden Strukturen (Nase oder Mund) die Form des Schallstrahls stark beeinflusst. Die Form des Schallstrahls wird sich ihrerseits auf das zurückgeworfene "Echobild" des Orts auswirken. Ein breiter Strahl beschallt Objekte in einem weiten Winkel, während ein schmaler Strahl die Fledermaus auf einen schmalen "Blickwinkel" beschränkt, aber vielleicht reicht er weiter nach vorne als der breitere Strahl.

Die Wahrnehmung einer komplexen Umgebung hängt bei der Fledermaus also von der ausgestoßenen Sonarvokalisierung ab, die das Tier adaptiv kontrolliert, um mehr räumliche Informationen über die Richtung und die Entfernung verschiedener Objekte zu bekommen. Die Analyse von Orten ist in Bezug auf das Sehen bestens untersucht. Aufgrund der Echoortung ist die Fledermaus ein hervorragendes Tiermodell für die Untersuchung von räumlicher Orientierung durch das Hören anstelle von Sehen. Die aktive Echlokation macht es uns möglich, die Sonarsignale zu "belauschen", um die Signalveränderungen, die an die Wahrnehmung gebunden sind, quantitativ zu analysieren und zu messen. Experimente haben gezeigt, wie Fledermäuse räumliche "Stichproben" (samples) als Hinweise auf Objekte am gehörten Ort sequentiell abtasten, und dies lässt den Schluss zu, dass die Prinzipien des "stimulus sampling" im Raum über das Sehen hinaus auch vielleicht für andere Wahrnehmungsweisen gelten.

Surlykke, Annemarie (Lausanne,2014)

Scene analysis in the natural environment

<https://kxp.k1oplus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=1685498272>

Surlykke, Annemarie (2011)

Adaptive vocal behavior drives perception by echolocation in bats

<https://kxp.k1oplus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=755289870>

Surlykke, Annemarie (Berlin,2010)

Dynamic adjustment of biosonar intensity to habitat clutter in the bat *Macrophyllum macrophyllum* (Phyllostomidae)

<https://kxp.k1oplus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=1046023802>

Surlykke, Annemarie (2010)

Vespertilionid bats control the width of their biosonar sound beam dynamically during prey pursuit

<https://kxp.k1oplus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=1045612235>

Surlykke, Annemarie (2010)

Probing the natural scene by echolocation in bats

<https://kxp.k1oplus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=75528948X>

Surlykke, Annemarie (Cambridge,2009)

Moths are not silent, but whisper ultrasonic courtship songs

<https://kxp.k1oplus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=1763771229>

Surlykke, Annemarie (Cambridge,2009)

Acoustic scanning of natural scenes by echolocation in the big brown bat, *Eptesicus fuscus*

<https://kxp.k1oplus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=896009823>

Surlykke, Annemarie (Cambridge,2009)

Intense echolocation calls from two 'whispering' bats, *Artibeus jamaicensis* and *Macrophyllum macrophyllum* (Phyllostomidae)

<https://kxp.k1oplus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=768659345>

Surlykke, Annemarie (London,2009)

Echolocating bats emit a highly directional sonar sound beam in the field

<https://kxp.k1oplus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=768658241>

Surlykke, Annemarie (2008)

Moths produce extremely quiet ultrasonic courtship songs by rubbing specialized scales

<https://kxp.k1oplus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=768659795>