



Zusammenfassung

Bioakustische Daten sind geeignet, Veränderungen in Fledermauspopulationen zu detektieren. Bei einer langfristig angelegten, großräumigen Erfassung ergeben sich enorme Datenmengen, deren Management und Analyse nur automatisiert beherrschbar ist. Die Vernetzung von Ultraschallsensoren mit einem Server über das (mobile) Internet, in Kombination mit einer automatisierten Datenanalyse, Archivierung und visuellen Aufbereitung der Daten bietet die Möglichkeit, ein standardisiertes, effizientes Monitoring-System aufzubauen.

Wir stellen hier ein lokal erprobtes, skalierbares System mit dedizierten Softwarekomponenten vor und diskutieren Vorteile gegenüber bisherigen Erfassungspraktiken, sowie die aktuellen Grenzen der automatisierten Klassifizierung. In Kombination mit weiteren, automatisiert erfassten Umweltdaten lassen sich wertvolle Erkenntnisse zum Verhalten von Fledermäusen und der Reaktion von Fledermauspopulationen auf Gefährdungsursachen sowie Schutzmaßnahmen messen und die gewonnenen Daten interpretieren.

siehe auch:

Koch, M., Fischer, P., Schauer L., Käfer S. (2020): Internet der Fledermäuse - vernetzte Ultraschallrekorder zur Erfassung der Fledermausaktivität. In: BfN-Skripten 585 (2020): Umfassendes bundesweites Biodiversitätsmonitoring. Bundesamt für Naturschutz. Bad Godesberg 2020.

IoBats Internet der Fledermäuse

Vernetzte Ultraschallrekorder zur Erfassung der Fledermausaktivität



Bioakustische Erfassung

teilautomatisierte Erfassung

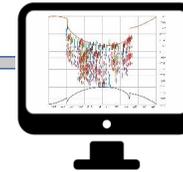


Fledermausrufaufnahmen durch passive Ultraschallrekorder

manuelle Datenübertragung und Rufauswertung

manuelle Archivierung und Visualisierung

vernetzte Ultraschallrekorder



Fledermausrufaufnahmen durch passive Ultraschallrekorder mit erhöhter Prozessorleistung, autonomen Energiemanagement, GPS, Netzwerkanschluss (WLAN oder mobiles Internet), Peripherie-Sensoren (z.B. Licht, Temperatur, Luftfeuchte)

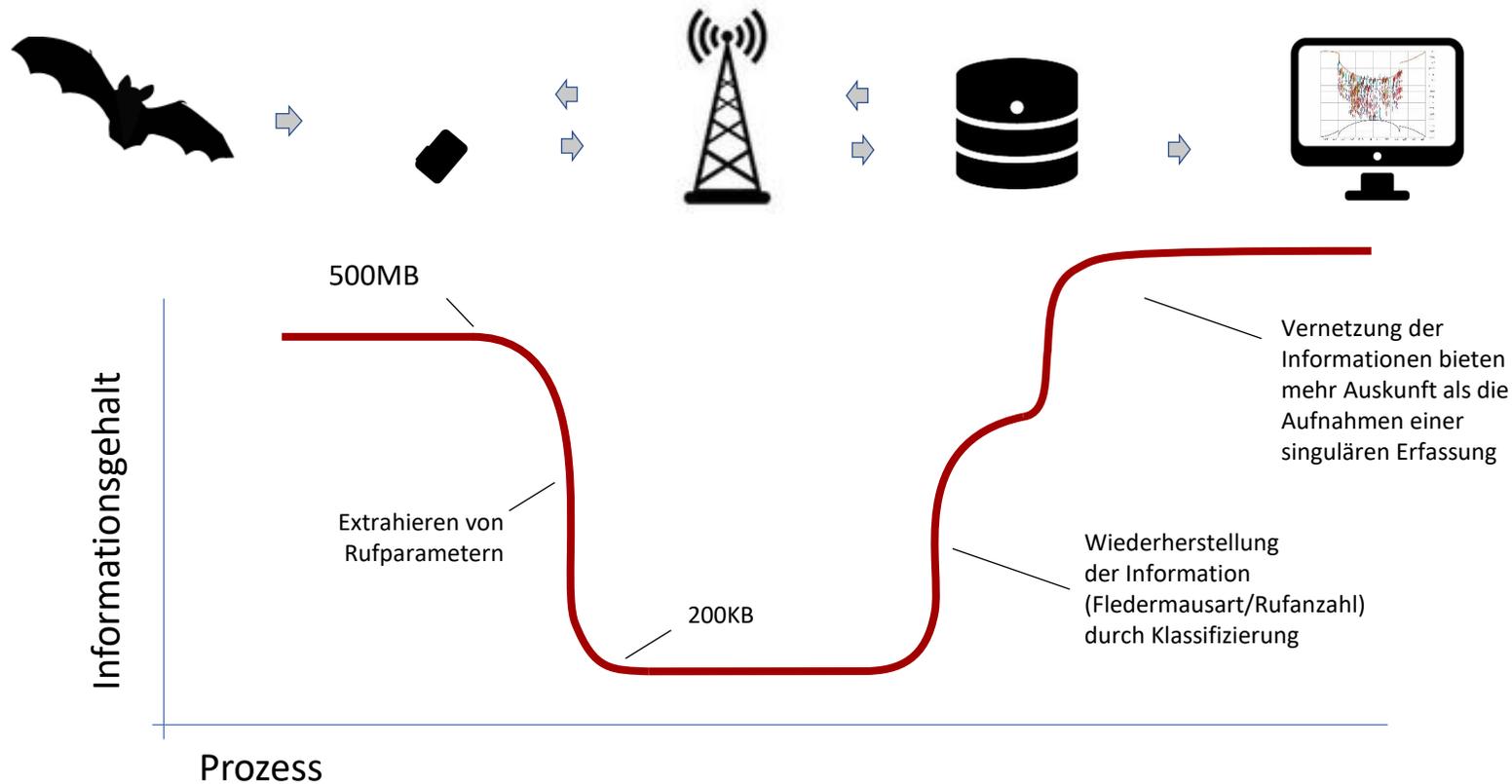
Automatisierte Übertragung vorausgewerteter Daten. Server-seitige Übernahme der Daten in eine Datenbank - parallel zu lokalen Umweltdaten und Wetterdaten z.B. des DWD. Automatisierte Klassifizierung der Fledermausrufe.

Automatisierte Visualisierung der Datenbankabfragen. Überwachung, Evaluierung und Steuerung aller Prozessschritte sind über das Internet möglich.



Streamlinig

Bioakustische Erfassungen ergeben große Datenmengen. Diese Daten müssen effizient verwaltet, zusammengeführt und analysiert werden. Der Prozess nach der Aufnahme der Fledermausrufe wird in vier Phasen unterteilt: 1. Extraktion der für die Klassifikation notwendigen Informationen, 2. Datenübermittlung, 3. Klassifizierung und 4. Vernetzung der Information. Dabei werden die erfassten Arten und deren Rufzahlen in Kontext zum Wetter, im Vergleich mit anderen Erfassungsstandorten und zu vorherigen Erfassungsnächten/-zeiträumen am selben Standort gestellt. Dadurch lassen sich die Daten bzgl. Populationsveränderungen interpretieren. Die Rohdaten (wav-Dateien der Fledermausrufe) können auf den Ultraschallrekordern gespeichert bleiben und zur Evaluierung der Klassifizierung herangezogen werden oder bei Weiterentwicklung der Klassifizierung rückwirkend erneut analysiert werden.





Letztendlich bleibt festzuhalten, dass die Populationsgröße (Individuenzahl) in der freien Landschaft durch Bioakustik nicht erfasst wird. Dennoch lassen sich Populationsentwicklungen detektieren.

Bioakustische Erfassung in der freien Landschaft

- lange Datenreihen an festgelegten Standorten bilden

Für ein datenbasiertes Populations-Monitoring müssen lange Datenreihen vorliegen, um Veränderungen in Populationen langlebiger Tierarten zu detektieren

- eingeschränkte Klassifikation je Art/ Standort

Aufgrund von hoher Rufvariabilität an bestimmten Standorten oder sich stark überschneidenden Rufausprägungen von unterschiedlichen Fledermausarten ist die bioakustische Erfassung nicht für jede Fledermausart und jeden Standort gleichermaßen geeignet. Aber insbesondere die Arten mit einer diffusen Quartierwahl und hoher Gruppendynamik (z.B. *Pipistrellus*-Arten, *Nyctalus noctula*) lassen sich mit zufriedenstellender Sicherheit automatisiert klassifizieren.

- unpassende Standorte ggf. verwerfen

Klassifizierungs-Algorithmen funktionieren für bestimmte Ruftypen einer Fledermausart. Je nach Situation passen die Fledermäuse ihre Rufe der akustischen Herausforderung an. Dadurch schwankt die Zuverlässigkeit der Algorithmen je nach Standort. Ggf. stellen sich daher Standorte als ungeeignet für ein langfristiges Monitoring heraus und müssen als Erfassungsstandort verworfen werden.

Populationsentwicklung anhand von Aktivitätsentwicklung

ein sehr aktives Forschungsfeld:



Estimating animal population density using passive acoustics

Tiago A. Marques^{1,2,*}, Len Thomas¹, Stephen W. Martin³, David K. Mellinger⁴, Jessica A. Ward⁵, David J. Moretti⁵, Danielle Harris¹ and Peter L. Tyack⁶



A general framework for animal density estimation from acoustic detections across a fixed microphone array

Ben C. Stevenson^{1,*}, David L. Borchers¹, Res Altwegg², René J. Swift³, Douglas M. Gillespie³ and G. John Measey⁴

¹Centre for Research into Ecological and Environmental Modelling, University of St Andrews, The Observatory, Buchanan Gardens, St Andrews, Fife KY16 9LZ, UK; ²Statistics in Ecology, Environment and Conservation, Department of Science, and African Climate and Development Initiative, University of Cape Town, Rondebosch 7701, South Africa; ³Mammal Research Unit, Scottish Oceans Institute, University of St Andrews, St Andrews, Fife KY16 8LB, UK; ⁴Invasion Biology, Department of Botany and Zoology, Stellenbosch University, Stellenbosch, South Africa



A generalised random encounter model for estimating animal density with remote sensor data

Tim C. D. Lucas^{1,2,3,*}, Elizabeth A. Moorcroft^{1,4,5,*}, Robin Freeman⁶, J. Marcus Rowcliffe^{6*} and Kate E. Jones^{2,5*}

¹CoMPLEX, University College London, Physics Building, Gower Street, London WC1E 6BT, UK; ²Centre for Biodiversity and Environment Research, Department of Genetics, Evolution and Environment, University College London, Gower Street, London WC1E 6BT, UK; ³Department of Statistical Science, University College London, Gower Street, London WC1E 6BT, UK; ⁴Department of Computer Science, University College London, Gower Street, London WC1E 6BT, UK; ⁵Institute of Zoology, Zoological Society of London, Regent's Park, London NW1 4RY, UK

Ecology and Evolution

Optimizing passive acoustic sampling of bats in forests

Jérémy S. P. Froidevaux^{1,2}, Florian Zellweger^{1,3}, Kurt Bollmann¹ & Martin K. Obrist¹

¹WSL Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, Biodiversity and Conservation Biology, Zürcherstrasse 111, CH-8903 Birmensdorf, Switzerland

²University of Montpellier II, 2, Place Eugène Bataillon, Cedex 05, F-34095 Montpellier, France

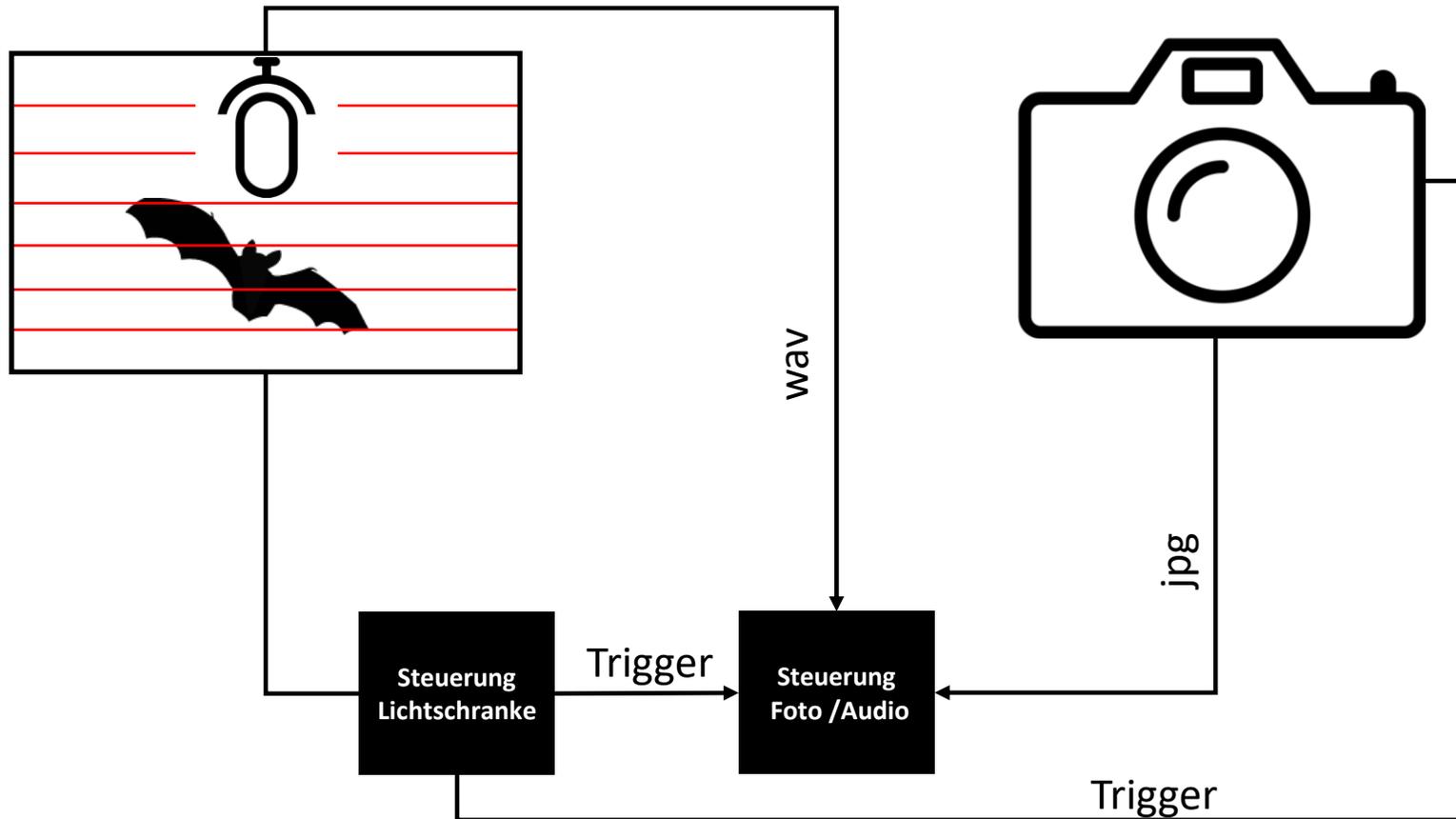
³Forest Ecology, Institute of Terrestrial Ecosystems, Department of Environmental Systems Science, ETH Zürich, CH-8092 Zürich, Switzerland



Bioakustische Erfassung an Winterquartieren

Um die bioakustische „schwierigen“ Arten (*Myotis sp.*, *Plecotus sp.*) zu erfassen, haben wir die bioakustische Erfassung mit der Lichtschranken-Erfassung an Zugängen zu Winterquartieren kombiniert. Dadurch lässt sich individuengenau die Winterpopulation eines Quartiers automatisiert bestimmen.

Eindeutige Datenpaare bieten die Voraussetzung Klassifizierungs-Algorithmen zu trainieren, mit denen das durch die Lichtschranke gezählte Individuum artbestimmt werden kann.



132456789.wav

123456789.jpg

123546790.wav

123546790.jpg

123456791.wav

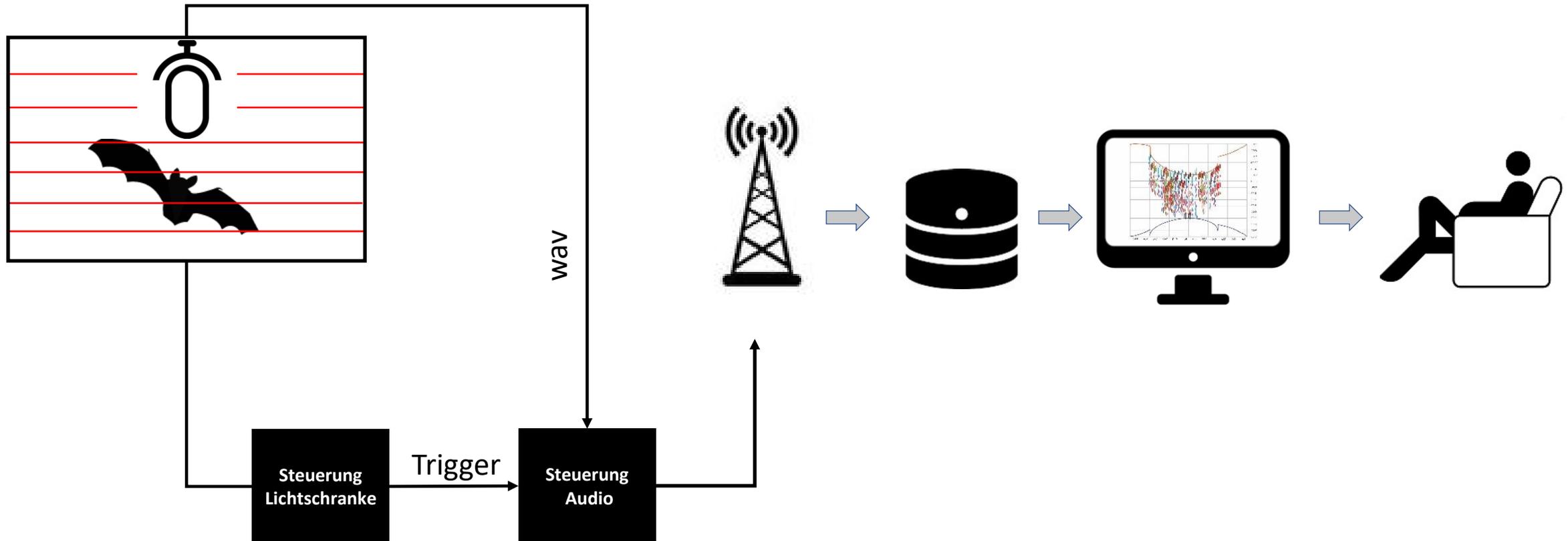
123546791.jpg

...



Bioakustische Erfassung an Winterquartieren

Die automatisierte Erfassung eines Winterbestandes eines Winterquartiers kann wiederum in den automatisierten Prozess der Datenverwaltung und Visualisierung integriert werden, wodurch wiederum ein effizientes Erfassungssystem für bioakustisch „schwierige“ Arten zur Verfügung steht.





Chancen der Automatisierung

Trotz der verfügbaren qualitativ hochwertigen Erfassungsmöglichkeiten von Fledermäusen bleiben Populationsentwicklungen weitestgehend unbekannt. Weder können vorliegende Daten z.B. aus Genehmigungsverfahren vernetzt werden, noch werden standardisierte, bioakustische Langzeiterfassungen durchgeführt. Da enorme Veränderungen der Fledermauslebensräume durch den Ausbau der regenerativen Energieerzeugung und der Klimakrise bevorstehen, sind datenbasierte Informationen zur räumlichen Verbreitung und zu Populationsveränderung notwendig, um tragfähige Schutzkonzepte für Fledermäuse zu formulieren, zu kontrollieren und weiterzuentwickeln.

Zur Umsetzung empfiehlt sich zunächst die Einrichtung eines Basisnetzwerkes. Dieses muss dauerhaft finanziert werden und universitär betrieben und verwaltet werden. Zusätzlich kann das Netzwerk in Kooperation mit Bürgerwissenschaftlern nachverdichtet werden. Die Rekorder können erworben, in das Netzwerk integriert und z.B. im privaten Garten oder an betreuten Winterquartieren betrieben werden.

