Wie die Technik die Bewertung in Fledermausgutachten beeinflusst

– Ergebnisse einer Auswertung verschiedener bodengestützter Fledermauserfassungsgeräte –

Britta Belkin und Hanjo Steinborn

Veranlassung

Die Standards zur Fledermauserfassung im Zuge von Windenergieplanungen befinden sich im Wandel. Wenngleich die grundsätzliche Methodik, die aus einer Kombination aus Detektorbegehungen und bodengestützter (Dauer-)Erfassung mithilfe von sog. Horchkisten besteht, bereits seit Jahren in ähnlicher Form durchgeführt wird, so ändern sich in jüngster Zeit nicht nur die Anzahl der Erfassungstermine und der Erfassungszeitraum sondern vor allem die zu verwendende Erfassungstechnik. Waren vor ein paar Jahren in den bodengestützten Horchkisten noch einfachste Mischerdetektoren mit analogen Aufnahmegeräten im Einsatz, so kommen in jüngster Zeit mehr und mehr anspruchsvolle Geräte zum Einsatz, die die Fledermausrufe in sämtlichen Frequenzbereichen aufzeichnen, digital speichern und deren Daten am Computer automatisiert ausgewertet werden können.

Trotz oder gerade aufgrund der sich wandelnden Technik gibt es für die Bewertung von Landschaftsausschnitten mit Hilfe fledermauskundlicher Daten bisher keine standardisierten Bewertungsverfahren. Auch in den jüngsten Richtlinien zur Berücksichtigung von Naturschutzbelangen bei der Standortplanung und Zulassung von Windenergieanlagen (WEA) der Länder (bspw. NLT 2014) werden die Vorgaben für die Erfassung von Fledermäusen weiter konkretisiert, auf ein standardisiertes Bewertungsverfahren wird jedoch verzichtet. In der Literatur ist für die Bewertung von aufgezeichneten Fledermauskontakten mithilfe von bodengestützten Horchkisten lediglich das Bewertungssystem nach DÜRR (2007) verfügbar:

Um die erhobenen Aufzeichnungen bewerten zu können, werden die stündlichen Ergebnisse der Horchkistenerfassungen je Dekade in verschiedene Häufigkeitsklassen eingeteilt und entsprechende Empfehlungen für den Betrieb der WEA ausgesprochen (Tabelle 1):

Tabelle 1: Häufigkeitsklassen für Fledermausaktivitäten und Empfehlungen für den Betrieb betroffener WEA nach DÜRR (2007). Die Bewertung bezieht sich auf die jeweilige Dekade im Erfassungszeitraum.

Überflüge pro Untersuchungsnacht	Häufigkeitsklasse	Empfehlungen für den Betrieb der WEA
0–10	Fehlende oder geringe Flugaktivitäten	Abschaltzeiten in dieser Dekade nicht erforderlich
>10–30	Mittlere Flugaktivitäten	Abschaltzeiten in jeweiliger Dekade erforderlich, außer bei Jagdaktivitäten <30 je Nacht zwischen 3. Mai–und 1. Julidekade
>30–100	Hohe Flugaktivitäten	Standortverschiebung prüfen bei mind. 2 Dekaden mit mind. hoher Aktivität, ansonsten ganznächtige Abschaltzeiten
>100	Sehr hohe Flugaktivitäten	Standortverschiebung erforderlich. Falls nicht möglich, ganznächtige Abschaltzeiten in betreffender Dekade, bei Abendseglerakitivitäten schon 2 Stunden vor Sonnenuntergang

Als problematisch muss bei diesem Verfahren die Tatsache betrachtet werden, dass je nach eingesetzter Horchkistentechnologie die Anzahl an Fledermauskontakten unterschiedlich ausfallen könnte. Dies hätte einen großen Einfluss auf die Bewertung und dementsprechend auf die Empfehlungen hinsichtlich Abschaltzeiten oder Standortverschiebungen.

Aus diesem Anlass betreute die ARSU GmbH eine Masterarbeit an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, in welcher in einem Experiment getestet wurde, ob sich die Anzahl aufgezeichneter Fledermauskontakte bei der Verwendung verschiedener Fledermaus-erfassungsgeräte signifikant voneinander unterscheiden (BELKIN 2014). Dazu wurden insgesamt sieben verschiedene Geräte unterschiedlicher Hersteller verwendet und miteinander verglichen. In zehn Untersuchungsnächten wurden an verschiedenen Standorten in Oldenburg (Niedersachsen) die Horchkisten dazu zeitgleich aufgestellt und die Aufzeichnungen später manuell analysiert.

Verwendete Geräte

Im Folgenden werden die in der Untersuchung getesteten Geräte kurz vorgestellt. Die technischen Parameter der einzelnen Geräte sind vorab in einer Tabelle zusammengefasst (Tabelle 2).

Tabelle 2: Technische Parameter der getesteten Horchkisten.

	Avisoft USG116 Hnbm	**Albotronic Minihorchbox**	**Elekon Batlogger**	**Titley Anabat SD2**	**Ciel CDP102 R3**	**SSF Bat Detektor**
Empfängerprinzip	Echtzeit	Echtzeit	Echtzeit	Teiler	Mischer	Mischer
Aufnahmeauflösung	16-Bit, volles Spektrum	16-Bit , volles Spektrum	16-Bit, volles Spektrum	Zero-Crossing	zwei Frequenzen einstellbar	eine Frequenz einstellbar
Sampling Rate [kHz]	50-300	200-600	312,5	k.A.	-	-
Frequenzspektrum des Mikrofons [kHz]	10-135	20-75 (>100)	10-150	5-220	15-130	18-120
Mikrofontyp	Elektret	Elektret	Elektret	Kondensator	Elektret	Elektret
Speichermedium	Über PC	SDHC	SDHC	CF	Diktiergerät	Kassette
Max. Dateilänge	einstellbar bis 30 min	11 s	50 s	15 s	Unbegrenzt (Speicher Diktiergerät)	60 min (Kassette)
Dateiformat	WAV	WAV	WAV	AnaBat	mp3	-

Avisoft USG116Hnbm

Das Ultrasoundgate 116Hnbm der Firma Avisoft Bioacoustics aus Deutschland (www.avisoft.com) wird als einziges der getesteten Geräte über einen Laptop oder Netbook betrieben. Es ist mit einem externen Elektret-Mikrofon ausgestattet (Abbildung 1) und verfügt über zahlreiche voreingestellte Konfigurationsoptionen, welche aber auch manuell verändert werden können. Mittels der Software Avisoft USGH RECORDER werden empfangene Ultraschallsignale aufgenommen und in Echtzeit als WAV-Dateien mit Zeitstempel auf dem Laptop gespeichert. Eine detaillierte Analyse kann mit der Soundanalyse-Software SASLab Lite bzw. SASLab Pro durchgeführt werden. Mit der USGH RECORDER Software kann auch eine automatische Rufanalyse durchgeführt werden. Dazu können diverse Schwellenwerte von Rufparametern für jede Art definiert werden (z.B. Hauptfrequenz, Rufabstand etc.). Anschließend analysiert das Programm die aufgezeichneten Dateien und ordnet sie den entsprechenden Arten oder Gattungen zu.

In dieser Untersuchung wurde mit der voreingestellten Konfiguration „Bat Monitoring using USG116Hnm/Hnb/Hnbm with bat call filter“ gearbeitet, welche speziell für das Fledermausmonitoring mit diesem Gerät vorgesehen ist. Die gewählten Einstellungen sind der Tabelle 3 zu entnehmen. Trotz der Möglichkeit der automatischen Rufanalyse wurden die aufgezeichneten Dateien zur besseren Vergleichbarkeit mit den anderen Geräten manuell in SASLab Lite (Version 5.2.07) bestimmt.

Abbildung 1: Externes Elektret-Mikrofon und USG116Hnbm.

Albotronic Minihorchbox

Für die Untersuchung wurden zwei Mini-Horchboxen verwendet, ein Gerät mit integriertem und eines mit externem Mikrofon (Abbildung 2). Es handelt sich bei beiden Geräten um Echtzeitsysteme, deren Daten im WAV-Format mit Zeitstempel gespeichert werden und mit der firmeneigenen Software Horchbox-Manager ausgewertet werden können. Beide Horchboxen hatten gleiche Grundeinstellungen (vgl. Tabelle 3). Der Algorithmus „Frequenz“ sucht eingehende Signale nach 16 definierten Frequenzbändern ab und löst im Falle einer dieser Frequenzen eine Aufnahme aus (schriftl. Mitteilung M. Borst).

Aufgrund der z.T. erheblichen Anzahl von Dateien, vor allem bei dem Gerät mit dem neuen Mikrofon, wurden diese zunächst nach Frequenz gefiltert. Dateien innerhalb eines

Frequenzspektrums von 15 bis 100 kHz wurden dann manuell anhand von Sonagrammen analysiert, Dateien die außerhalb dieses Spektrums lagen, wurden verworfen. Im Folgenden wird die Horchbox mit dem integrierten Mikrofon nach dem Aufnahmealgorithmus als „HB Frequenz“ bezeichnet, die Box mit dem externen Mikrofon als „HB Mikro“.

Abbildung 2: Minihorchbox mit integriertem (links) und externem Mikrofon (rechts).

Elekon Batlogger

Der Batlogger von Elekon aus der Schweiz (www.elekon.ch) deckt ein Spektrum von 10 bis 150 kHz ab und besitzt ein externes Elektret-Mikrofon (Abbildung 3). Eingehende Kontakte werden als WAV-Dateien mit Uhrzeit auf SD-Karte gespeichert und können mit der firmeneigenen Analysesoftware BatExplorer analysiert werden. Mit dieser Software ist im eingeschränkten Sinne eine automatische Rufanalyse möglich, indem bei ausreichender Aufnahmequalität für jede Datei Vorschläge unterbreitet werden, welche Art in der Datei enthalten ist. Die Auswertung der Dateien erfolgte allerdings auch hier manuell mit der Software BatExplorer (Version 1.9).

Abbildung 3: Batlogger.

Titley Anabat SD2

Das Anabat SD2 (Abbildung 4) der Firma Titley Electronics aus Australien (www.titley-scientific.com) arbeitet als einziges Gerät in diesem Test mit dem sog. Zero-Crossing-Prinzip. Das System besteht aus einem Detektor mit Frequenzteiler und einer zusätzlichen Analyseeinheit, dem sogenannten „CF storage Zero Crossing Analysis Interface Module“ (CF storage ZCAIM), welches eingehende Signale über die Nulldurchgangsanalyse auswertet

und die Ergebnisse dann als AnaBat-Dateien mit Zeitstempel auf einer Compact-Flash-Karte speichert. Diese Dateien können als Sonagramme mit dem Programm AnalookW (Version 3.9f) analysiert werden. Da das System nur Frequenzdateien und keine Audio-Informationen aufzeichnet, können die Dateien für eine spätere Analyse nicht abgehört werden.

Für die vorliegende Untersuchung wurde die Empfindlichkeit in Anlehnung an die optimierten Einstellungen von ADAMS *et al.* (2012) auf sieben eingestellt.

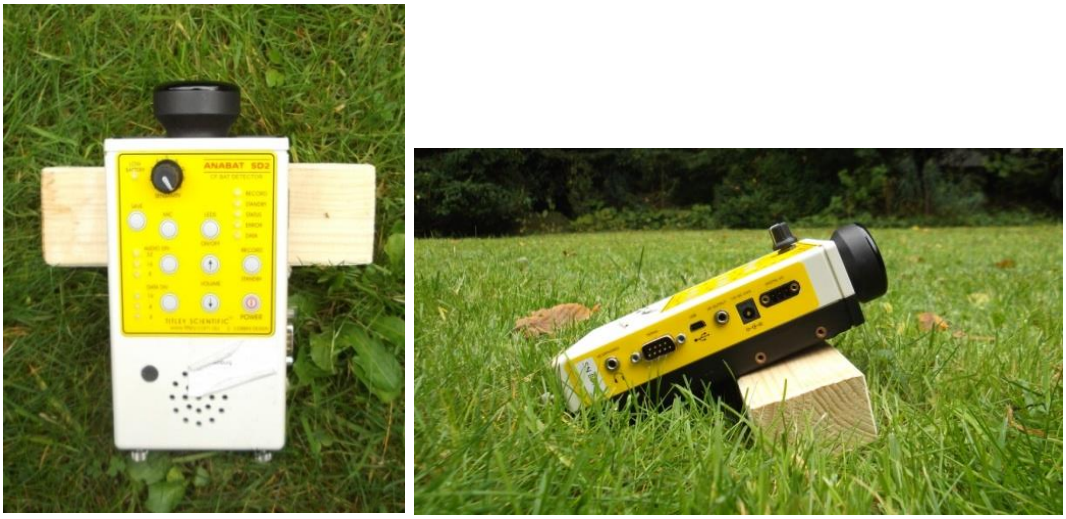

Abbildung 4: Anabat SD2.

CDP102 R3

Der Ultraschalldetektor der Firma Ciel (www.ciel-electronique.de) ist ein relativ einfacher Mischerdetektor, der mit zwei externen Mikrofonen ausgestattet ist und somit auf zwei Frequenzbändern im Bereich von 15 bis 130 kHz gleichzeitig eingestellt werden kann (Abbildung 5). Mittels eines Diktiergerätes (in diesem Fall der Olympus Digital Voice Recorder VN-713 PC) werden die ankommenden Ultraschallsignale im mp3-Format mit Uhrzeit abgespeichert.

Es wurden die Frequenzen 26 kHz und 40 kHz eingestellt. Zur Auswertung wurde in diesem Fall die Software Syrinx (Version 2.6h) herangezogen. Dazu wurden die mp3-Dateien mit dem Programm Audacity (Version 2.0.3) in WAV-Dateien umgewandelt. Die Empfindlichkeit der Diktiergeräte war dabei auf den Pegelstand drei eingestellt, der auch in der Planungspraxis Anwendung findet.

Abbildung 5: Horchkiste mit CDP102 R3, externen Akkus und Diktiergerät.

SSF Bat Detektor

Bei dem Gerät von SSF (www.all-about-bats.net) handelt es sich um einen einfachen Mischerdetektor mit Elektret-Mikrofon. Innerhalb eines Spektrums von 18 bis 120 kHz kann über einen Drehknopf eine Frequenz eingestellt werden. Mittels eines Diktiergerätes (Olympus Pearlcorder J 300), welches bei eingehenden Signalen automatisch auslöst, können eingehende Rufe auch auf Kassette aufgenommen werden. Durch den Einsatz einer Uhr mit Sprachausgabe, welche stündlich die aktuelle Uhrzeit ansagt, können die aufgezeichneten Kontakte später einer bestimmten Stunde zugeordnet werden (Abbildung 6). Diese Kombination aus Geräten stellt die älteste Horchkiste innerhalb der Testreihe dar. Sie war bis in die Mitte der 2000er Jahre in der Planungspraxis weit verbreitet und produzierte daher vermutlich einen Großteil der Datengrundlage, welche zur Berechnung des Bewertungssystems nach DÜRR (2007) herangezogen wurde.

Um ein breiteres Frequenzspektrum abzudecken, wurde eine Horchkiste mit 25 kHz und eine mit 40 kHz ausgebracht, die Ergebnisse wurden am Ende zusammengefasst. Sowohl die Lautstärke des Detektors als auch die Empfindlichkeit des Diktiergerätes waren etwa halb aufgedreht. Die Kassetten wurden später abgehört und die Anzahl der Kontakte gezählt, die Dauer der einzelnen Kontakte wurde mittels Stoppuhr bestimmt.

Abbildung 6: Horchkiste mit SSF-Detektor, Diktiergerät und Uhr.

Die für das Experiment gewählten Einstellungen der Geräte sind in Tabelle 3 zusammenfassend dargestellt. Bei den Echtzeit-Systemen (Avisoft USG116Hnbm, Batlogger, Minihorchboxen) wurde in den meisten Fällen mit den vom Hersteller vorgenommenen Grundeinstellungen gearbeitet. Bei den übrigen Geräten (Mischerdetektoren und Anabat SD2) wurden Einstellungen verwendet, die auch in der Planungspraxis Anwendung finden.

Tabelle 3: Einstellungen bei den getesteten Geräten.

Gerät	Einstellungen
Avisoft USG116Hnbm	Voreinstellungen: Bat Monitoring using USG116Hnm/Hnb/Hnbm with bat call filter, Länge der Dateien auf 1 min verkürzt, „accept only monotonic structures“ ausgeschaltet
Albotronic Minihorchbox	Empfindlichkeit= 15, Sampling Rate= 300kHz, Datei speichert eine Sekunde nach letztem Kontakt (default Einstellungen)
Elekon Batlogger	Firmware 2.2.7/2.2.8, Trigger: CrestAdv, Autotriggered, preTrigger=500ms, posttrigger=1000ms, Sampling Rate=312,5 kHz (default)
Anabat SD2	Data Division Ratio= 8, Empfindlichkeit = 7
Ciel CDP102 R3	Frequenzen bei 26 u. 40kHz, Pegel des Diktiergerätes bei drei
SSF Bat Detector	Ein Detektor mit 25, anderer mit 40 kHz, Lautstärke etwa zur Hälfte aufgedreht. Empfindlichkeit des Diktiergerätes ebenfalls ca. Hälfte aufgedreht

Versuchsaufbau

Um die gleichen Grundbedingungen für alle Geräte zu schaffen, wurde darauf geachtet, dass sie in einem gewissen Abstand (je nach Untersuchungsgebiet ca. 0,5–1,5 m) voneinander platziert sind, um Rückkopplungen zu vermeiden. Dabei sollten die Geräte allerdings möglichst in gleicher Entfernung zu Leitstrukturen stehen, die für Fledermäuse attraktiv sind. Die Geräte wurden versetzt in zwei Reihen aufgestellt, um eine möglichst homogene Fläche abdecken zu können. Abbildung 7 zeigt beispielhaft den Versuchsaufbau am Dobbenteich in Oldenburg.

Abbildung 7: Versuchsaufbau am Dobbenteich (Oldenburg).

In jeder Untersuchungsnacht wurden zusätzlich die Positionen unter den Geräten vertauscht, um den Einfluss des einzelnen Standortes möglichst gering zu halten und eine Unabhängigkeit der gewonnenen Daten zu gewährleisten. Des Weiteren wurden die Geräte mit Hilfe von Holzscheiten in einem Winkel von 45° nach oben hin ausgerichtet, um die Stellung der Mikrofone und somit die Omnidirektionalität zu optimieren. Das Mikrofon des USG116Hnbm von Avisoft besitzt einen eigenen Mikrofonständer, mit welchem dieses ausgerichtet wurde. Die Horchkisten wurden nacheinander ein- bzw. ausgeschaltet. Bei der Auswertung wurde dann darauf geachtet, dass die erfassten Kontakte einheitlich erst zu dem Zeitpunkt, von dem an das letzte Gerät ein- und bis das erste Gerät ausgeschaltet wurde, berücksichtigt wurden. Während die Geräte liefen, wurden parallel mit einem Handdetektor (Petterson D240x) die Fledermausaktivitäten erfasst und protokolliert, um die anschließende Bestimmung der aufgezeichneten Rufe zu erleichtern und ggf. die Stellung der Horchkisten für die nächste Untersuchung dahingehend zu optimieren, dass sie auf Strukturen mit besonders hoher Fledermausaktivität gerichtet sind.

Die aufgezeichneten Dateien wurden am PC bzw. durch das Abhören von Kassetten ausgewertet. Dazu wurde jede einzelne Datei abgehört bzw. anhand von Sonagrammen überprüft und, wenn möglich, einer Fledermausart oder Gattung zugeordnet. Da eine sichere Artbestimmung nicht mit allen verwendeten Geräten möglich und zudem eine artspezifische Auswertung für die verwendete Fragestellung nicht relevant ist, werden die Ergebnisse im Folgenden nur auf Gattungsniveau dargestellt.

Eine Datei mit Fledermausrufen wurde nur dann als Kontakt gezählt, wenn mindestens zwei deutlich als solche erkennbare Rufe enthalten waren. Wenn in einer Datei zwei Individuen aufgezeichnet wurden, wurde diese Datei doppelt gezählt und ggf. mehreren Gattungen zugeordnet. Demnach entspricht die Anzahl der Dateien mit Kontakt nicht zwangsläufig auch der Anzahl der Kontakte an sich. Für die spätere Auswertung und Diskussion wurde die Gesamtzahl der Kontakte herangezogen. Die Daten der einzelnen Geräte wurden anschließend hinsichtlich der Anzahl und Dauer aufgezeichneter Kontakte statistisch ausgewertet.

Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm R (Version 2.15.1). Bei der Fragestellung, ob sich die getesteten Geräte hinsichtlich der Anzahl aufgezeichneter Kontakte signifikant unterscheiden, wurde eine Varianzanalyse (ANOVA) durchgeführt. Dabei wird die Gesamtvariabilität der erhobenen Daten in einzelne Komponenten mit bestimmten Variabilitätsursachen zerlegt, also die Streuung der Variabilität zwischen den Gruppen und innerhalb der Gruppen. Ist die Streuung zwischen den Gruppen größer als die Streuung der Werte innerhalb der Gruppen, wird beim Vergleich der Mittelwerte von nicht zufälligen, also signifikanten Unterschieden ausgegangen (KÖHLER *et al.* 2002).

Das Ergebnis der Varianzanalyse zeigt allerdings nur, ob ein signifikanter Unterschied zwischen den Mittelwerten der untersuchten Geräte besteht, nicht aber zwischen welchen Geräten. Daher wurde anschließend ein sog. post-hoc-Test durchgeführt. Diese Art von Test berücksichtigt die Streuung von Mittelwertdifferenzen der untersuchten Gruppen und kann somit aufzeigen, welche Faktorstufen sich signifikant unterschieden. In diesem Fall wurde der Tuckey HSD-Test (Honest Significant Difference) durchgeführt.

Bei den Berechnungen wurde bei einem p-Wert $<0{,}05$ die Hypothese H_0 verworfen, welche von keinem signifikanten Unterschied bzw. keinem Einfluss der untersuchten Variablen ausgeht.

Ergebnisse

Zunächst einmal wird in Abbildung 8 die Gesamtanzahl aller aufgezeichneter Dateien pro Gerät dargestellt. Dabei wird in Dateien mit Kontakten und Dateien mit Störgeräuschen unterschieden:

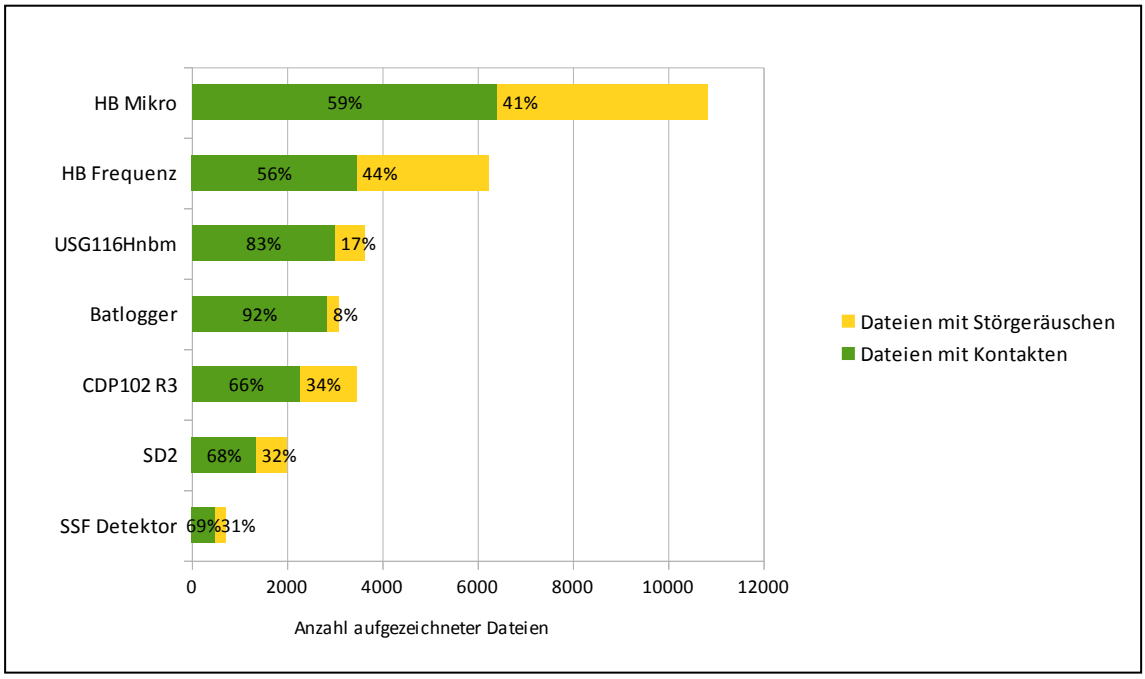

Abbildung 8: Anzahl aufgezeichneter Dateien bei den jeweiligen Geräten.

Es wird deutlich, dass die HB Mikro mit rund 10.800 Dateien mit Abstand am meisten Dateien aufgezeichnet hat, gefolgt von der HB Frequenz mit rund 6200 Dateien. Allerdings haben diese beiden Geräte mit jeweils über 40 % im Verhältnis auch besonders viele Störgeräusche aufgenommen. Das USG116Hnbm von Avisoft, der Batlogger und das CDP102 R3 von Ciel haben zwischen ca. 3100 und 3600 Dateien aufgenommen, die Geräte von Anabat und SSF lediglich 1992 bzw. 715. Im Verhältnis zur Gesamtanzahl haben der Batlogger und das USG116Hnbm mit 8 % bzw. 17 % am wenigsten Störgeräusche verzeichnet.

Rechnet man die Anzahl der artspezifischen Fledermauskontakte der zehn berücksichtigten Untersuchungsnächte zusammen, so kommt man zu folgendem Ergebnis (Tabelle 4):

Tabelle 4: Gattungsspezifische Anzahl der Gesamtkontakte für jedes Gerät.

	***Pipistrellus* gesamt**	***Nyctalus* gesamt**	***Eptesicus* gesamt**	***Myotis* gesamt**	**Kontakte gesamt**
USG116Hnbm	2226	558	244	79	3107
HB Mikro	4747	1187	762	130	6826
HB Frequenz	1866	1135	658	31	3690
Batlogger	2308	366	250	92	3016
SD2	990	207	125	38	1360
CDP102 R3	1883	301	235	20	2439
SSF Detektor	183	139	138	0	460

Demnach erzielte die HB Mikro mit 6882 Dateien das mit Abstand höchste Ergebnis. Die Zahlen des USG116Hnbm von Avisoft, der HB Frequenz von Albotronic und des Batloggers von Elekon sind mit Werten von 3016 bis 3690 Kontakten recht ähnlich, während die Geräte von Ciel und Anabat auch hier deutlich weniger aufgezeichnet haben. Das Schlusslicht bildet in diesem Fall die Horchkiste von SSF mit nur 460 Kontakten.

Die Voraussetzungen, eine mehrfaktorielle ANOVA durchzuführen, waren erfüllt: Nach logarithmischer Transformation lag eine Normalverteilung der Daten vor, eine Normalverteilung der Residuen (p= 0,723, Shapiro-Test) und Homogenität der Varianzen (p= 0,966, Bartlett-Test) war ebenfalls gegeben. Durch die ANOVA zeigt sich, dass sich die Geräte hinsichtlich der Anzahl aufgezeichneter Kontakte hochsignifikant unterscheiden (p= 2e-16). Durch den Tuckey-LSD-Test konnten dann die Unterschiede zwischen den einzelnen Geräten ermittelt werden. Diese sind in Abbildung 9 durch unterschiedliche Buchstaben über den Boxplots dargestellt. Es konnten vier Gruppen von Geräten gebildet werden (a-d), die signifikant unterschiedlich viele Kontakte aufgezeichnet haben. Innerhalb einer Gruppe (entsprechend eines Buchstaben) unterschieden sich die aufgezeichneten Kontaktanzahlen nicht signifikant.

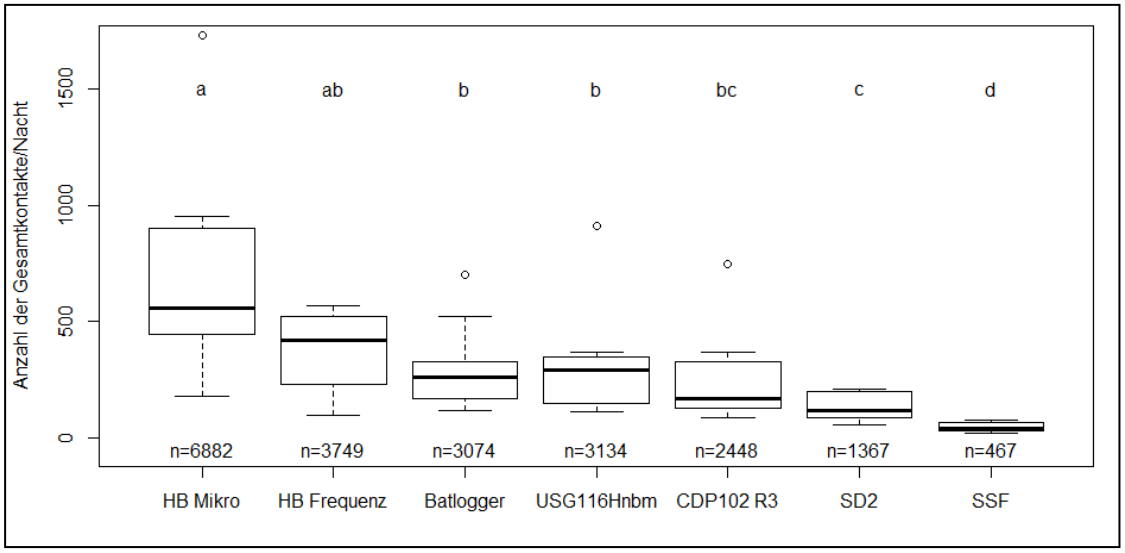

Abbildung 9: Boxplots der Gesamtkontakte je Nacht. Signifikant unterschiedliche Ergebnisse werden durch unterschiedliche Buchstaben dargestellt (n= 10 Nächte).

Die HB Mikro konnte mit durchschnittlich über 500 Kontakten pro Nacht signifikant mehr aufzeichnen als alle anderen Geräte mit Ausnahme der HB Frequenz, während die SSF-Horchkiste signifikant weniger Kontakte aufgezeichnet hat, als die restlichen Geräte. Hier lag die Anzahl der Kontakte pro Nacht auch am dichtesten beieinander und bewegte sich im Bereich unter 100. Die HB Frequenz und die Geräte von Elekon und Avisoft liegen recht dicht beieinander, das CDP102 R3 von Ciel bewegt sich bei der Anzahl der Kontakte pro Nacht zwischen diesen Geräten und dem Anabat SD2. Bei den Boxplots fällt weiterhin auf, dass die Streuung der Werte zum Teil erheblich ist. So gibt es bei allen Geräten außer dem SD2, dem SSF Detektor und der HB Frequenz Ausreißer, welche sich außerhalb des 1,5-fachen Quartilsabstandes befinden.

Diskussion

Die zum Teil erheblichen Unterschiede bei der Anzahl der Gesamtkontakte zeigen, dass die HB Mikro am empfindlichsten auf Fledermauskontakte aber auch auf Störgeräusche reagiert und damit am meisten Dateien aufgezeichnet hat. Bemerkenswert ist der vorhandene, wenn auch nicht signifikante Unterschied zur HB Frequenz, welche abgesehen vom Mikrofon baugleich ist und die gleichen Einstellungen besitzt, aber dennoch nur rund 54 % der Kontakte der HB Mikro aufzeichnen konnte. Insgesamt zeigt sich, dass die Echtzeitsysteme, also die beiden Horchboxen, der Batlogger und das USG116Hnbm mehr Kontakte aufzeichneten als die übrigen Geräte. Dabei ist jedoch anzumerken, dass das CDP102 R3 von Ciel als Mischerdetektor mit einem Faktor von 0,36 zum Referenzgerät vergleichsweise gut abschneidet und sich nicht signifikant von den Ergebnissen der HB Frequenz sowie vom Batlogger und dem USG116Hnbm von Avisoft unterscheidet.

Hinsichtlich der Gattungsverteilung bei den einzelnen Geräten fällt auf, dass der SSF Detektor und die HB Frequenz nur in 40 bzw. 50 % der Fälle *Pipistrellus*-Kontakte verzeichnet haben, während diese Gattung bei den anderen Geräten rund 70 % der aufgezeichneten Kontakte ausmachte. Daraus lässt sich schließen, dass diese beiden Geräte auf Frequenzen um 40 kHz weniger empfindlich sind als auf niedrigeren Frequenzen. Diese Vermutung kann durch den fehlenden (SSF Detektor) bzw. geringen (HB Frequenz) Anteil an *Myotis*-Kontakten bei beiden Geräten bestätigt werden, da diese Gattung ebenfalls größtenteils auf höheren Frequenzen ruft (vgl. z. B. SKIBA 2003).

Betrachtet man nun die unterschiedlichen Anzahlen an aufgezeichneten Kontakten und überträgt diese auf das Bewertungsverfahren nach DÜRR (2007), so wird die Problematik offensichtlich. Je nachdem, welches Gerät von einem Bearbeiter verwendet wird, hätte dies im Falle des für die vorliegende Arbeit erhobenen Datensatzes erhebliche Unterschiede für die Bewertung zur Folge. In 9 wird ersichtlich, dass der SSF Detektor durchschnittlich unter 100 Kontakte pro Nacht aufgezeichnet hat, während es bei der HB Mikro über 500 Kontakte waren. Wird also nur die Anzahl der Dateien als Maß für Fledermausaktivitäten herangezogen, ergeben sich ohne Standardisierung gerätespezifische Unterschiede, die einen direkten Vergleich zwischen mehreren Untersuchungen nicht zulassen.

Die Ursachen für die Unterschiede sind unterschiedlicher Natur. So verarbeitet jedes Gerät die eingehenden Signale anders. Während ein Gerät ein Signal mit einer Dauer von z.B. zehn Sekunden als eine Datei abspeichert, so unterteilt ein anderes Gerät das Signal möglicherweise in mehrere kürzere Dateien. Somit kann eine Datei nur wenige Fledermausrufe enthalten, während in einer anderen Datei eine Vielzahl an Rufen aufgezeichnet wurde (SOWLER & MIDDLETON 2013). Wie ein Gerät ein Signal verarbeitet hängt unter anderem von den Schwellenwerten ab, welche zumindest an modernen Horchboxen für Parameter wie Rufdauer, Rufintensität, Abstand zwischen den Rufen, Empfindlichkeit, etc. eingestellt werden können. Somit ist es schwierig, gewonnene Daten mehrerer Gerätetypen miteinander zu vergleichen. Bei unterschiedlichen Einstellungen ist es zudem auch beim gleichen Gerätetyp nicht möglich, Datensätze aus verschiedenen Untersuchungen und von mehreren Beobachtern ohne weiteres miteinander in Verbindung zu setzen (BRINKMANN *et al.* 2011).

Konsequenzen

Was bedeutet das Ergebnis für die Planung? Eine Bewertung von Fledermausdaten ist notwendig und bildet eine Entscheidungsgrundlage für Genehmigung, Standortverschiebungen und Abschaltzeiten. Sie muss transparent gestaltet und zwischen einzelnen Projekten vergleichbar sein. Kann das unter den Erkenntnissen dieser Arbeit gelingen? Führt letztlich kein Weg an einem gerätespezifischen Bewertungssystem vorbei?

In der Praxis haben sich viele Wege zur Bewertung von Fledermaushorchkistendaten etabliert. Oft verweisen die Gutachter auf eigene gesammelte Daten, in die dann die neu erhobenen Fledermausdaten eingeordnet werden. Gerätespezifische Unterschiede werden dadurch vermieden, eine Transparenz des Bewertungssystems ist aber nur eingeschränkt vorhanden und eine Vergleichbarkeit zu anderen Projekten/Gutachten entfällt. Eine weitere Möglichkeit ist es, auf die Anzahl der Aufzeichnungen zu verzichten und stattdessen die Dauer aufgezeichneter Dateien als Aktivitätsindex zu verwenden. Doch in diesem Fall bleiben geräte- und einstellungsspezifische Unterschiede erhalten. Anzustreben wäre eine deutschlandweite Datenbank, in der Daten aus Fledermauserfassungen gesammelt und in Verbindung mit Gerätenamen und -einstellungen gespeichert werden. Auswertungen, Kategorisierungen und Bewertungen ließen sich damit transparent gestalten und Planungsprozesse objektivieren.

Impressum:

© ARSU GmbH
Escherweg 1 – 26121 Oldenburg
Postfach 11 42 – 26001 Oldenburg

Telefon (0441) 9 71 74 97
Telefax (0441) 9 71 74 73

E-Mail: info@arsu.de
http://www.arsu.de

Die Autoren:

Britta Belkin
M.Sc. Landschaftsökologin
britta_belkin@web.de

Dr. Hanjo Steinborn
Dipl.-Landschaftsökologe
ARSU GmbH
steinborn@arsu.de

Literatur

ADAMS, A. M., M. K. JANTZEN, R. M. HAMILTON & M. B. FENTON (2012): Do you hear what I hear? Implications of detector selection for acoustic monitoring of bats. Methods of Ecology and Evolution 3**:** 992–998.

BELKIN, B. (2014): Vergleich verschiedener Horchkisten zur akustischen Erfassung von Fledermauskontakten bei der Planung von Windenergieanlagen. Master of science. Carl von Ossietzky Universität, Oldenburg.

BRINKMANN, R., O. BEHR, I. NIERMANN & M. REICH (2011): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. Umwelt und Raum Band 4, Cuvillier Verlag, Göttingen.

DÜRR, T. (2007): Möglichkeiten zur Reduzierung von Fledermausverlusten an Windenergieanlagen in Brandenburg. Nyctalus (N.F.) 12 (Heft 2-3)**:** 238-252.

KÖHLER, W., G. SCHACHTEL & P. VOLESKE (2002): Biostatistik. 3. Auflage, Springer Verlag, Heidelberg.

NLT (Niedersächsischer Landkreistag) (2014): Naturschutz und Windenergie - Hinweise zur Berücksichtigung des Naturschutzes und der Landschaftspflege sowie zur Durchführung der Umweltprüfung und Umweltverträglichkeitsprüfung bei Standortplanung und Zulassung von Windenergieanlagen Hannover. http://www.nlt.de/pics/medien/1_1414133175/2014_10_01_Arbeitshilfe_Naturschutz_und_Windenergie__5__Auflage__Stand_Oktober_2014_Arbeitshilfe.pdf.

SKIBA, R. (2003): Europäische Fledermäuse. Die Neue Brehm-Bücherei, Westarp Wissenschaften, Hohenwarsleben.

SOWLER, S. & N. MIDDLETON (2013): „Bat Passes"- Redundant or still useful? IEEM in Practice 79**:** 16–18.