

## Neue bioakustische Methoden zur Erfassung der Höhenaktivität von Fledermäusen an geplanten und bestehenden WEA-Standorten

### Teil 1: Technik, Methodik und erste Ergebnisse der Erfassung von Fledermäusen in WEA-relevanten Höhen

Von THOMAS GRUNWALD, FRANK SCHÄFER (korrespondierender Autor), FRAUKE ADORF, Schöneberg, und BENEDIKT VON LAAR, Klein Görnow

Mit 8 Abbildungen

#### 1 Einleitung

Die Diskussion um mögliche Auswirkungen von Windenergieanlagen auf die Bestände heimischer Fledermäuse ist spätestens seit der Veröffentlichung von Fledermaus-Schlagopfern unter Windenergieanlagen (DÜRR 2001) in aller Munde. Die Aufsammlungen toter Fledermäuse in Windparks in Brandenburg (DÜRR 2002) zeigten, dass die Tiere an Windenergieanlagen (WEA) verunglücken können. Ergebnisse weiterer systematischer Erhebungen (z. B. TRAPP et al. 2002, ENDL 2004 und eigene Untersuchungen) ließen die Vermutung aufkommen, dass hinsichtlich der Lokalbestände möglicherweise auch populationsbiologisch relevante Anzahlen von Individuen unterschiedlicher Arten zu Tode kommen können. Unterstützung fand diese Annahme durch Ergebnisse weiterer Schlagopferkontrollen in Südwestdeutschland wie z. B. von BEHR & VON HELVERSEN (2005). Diese Erkenntnisse führten dazu, dass im Rahmen von Genehmigungsverfahren für die Errichtung von WEA neben dem Vogelschutz zunehmend auch Fragen des Fledermausschutzes diskutiert werden.

Die Totfunde von Fledermäusen zeigen, dass die Tiere an WEA-Standorten offensichtlich insbesondere durch die Kollision mit den Rotoren gefährdet sind. Nach den Zahlen der Schlagopferdatenbank (diese beinhaltet überwiegend Ergebnisse aus Süd- und Ostdeutschland) sind davon allerdings nur einzelne Arten in nennenswertem Umfang betroffen. So sind

vor allem die ziehenden Arten (z. B. Großer Abendsegler, *Nyctalus noctula*, Rauhhautfledermaus, *Pipistrellus nathusii*), die auch die größten Flughöhen erreichen, in größerer Anzahl in der Schlagopferstatistik vertreten. Aus Süddeutschland liegen vor allem Informationen über Schlagopfer bei der Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) und beim Kleinen Abendsegler (*Nyctalus leisleri*) vor. Aufgrund ihrer Flugeigenschaften halten sie sich - auch ohne mögliche Anlockungseffekte der WEA - häufig im Bereich der Rotoren (ca. 60-150 m hoch) und damit in konfliktträchtigen Höhen auf. Bei den residenten Arten in Südwestdeutschland gilt deshalb dem Kleinen Abendsegler (*Nyctalus leisleri*) besonderes Augenmerk.

Die Erfassung der in diesen Höhen auftretenden Individuen entzieht sich weitestgehend der Erhebung mittels klassischer Methoden wie z. B. der Detektorkartierung. Im Rahmen von Genehmigungsverfahren stellt sich jedoch i. d. R. immer die Frage, in welchem Umfang der Luftraum in Rotorhöhe überhaupt von Fledermäusen genutzt wird. Daraus ergab sich die Notwendigkeit der Entwicklung einer problemorientierten und praktikablen Methode zur Erfassung der Höhenaktivität von Fledermäusen.

Einige Studien, in denen die Aktivität und das Verhalten von Fledermäusen im Rotorbereich von Windenergieanlagen untersucht wurden, liegen vor (z. B. TRAXLER et al. 2004, ARNETT 2005, BEHR & VON HELVERSEN 2005,

BRINKMANN et al. 2006). Bei Betrachtung der Ergebnisse der Untersuchungen zeigt sich allerdings, dass generelle Aussagen zur Nutzung des Luftraumes durch die verschiedenen Arten nicht möglich sind. Vielmehr ist die Höhenaktivität abhängig von verschiedenen Faktoren, letztendlich vor allem auch von der strukturellen Ausstattung eines Lebensraumes.

Vor diesem Hintergrund ergab sich die fachliche Notwendigkeit, neue praxisorientierte Methoden zu entwickeln, für die folgende Fragestellungen zielführend waren:

**Technische und methodische Fragestellungen:**

- Mit welchen technischen Möglichkeiten lassen sich Fledermäuse in größeren Höhen

sowohl in bereits bestehenden Windparks als auch vor der Errichtung von WEA nachweisen?

- Inwiefern wirken sich mögliche betriebsbedingte Störfrequenzen der WEA auf die Aufnahmequalität der Fledermausortungssignale aus?
- Ist aufgrund der elektromagnetischen Felder an einer WEA eine ultraschalltaugliche Funkübertragung möglich?
- Wie können Ultraschall-Echtzeitaufnahmen mit einem vertretbaren Aufwand erfasst und verarbeitet werden?
- Wo liegen die Vor- und Nachteile beim Einsatz halbautomatischer gegenüber vollautomatischer Fledermauserfassungen?

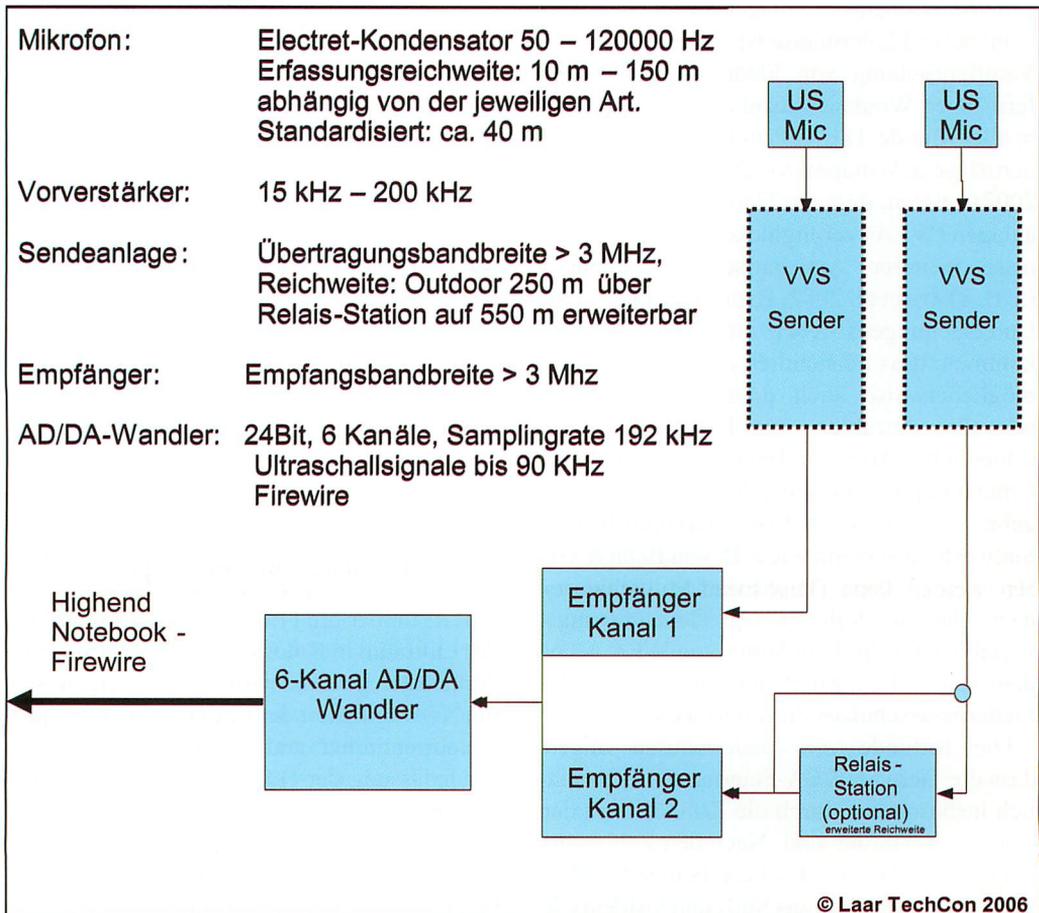


Abb 1. Zwei-Kanal Echtzeitmonitoringanlage mit Harddiskrecording, Funkübertragung für Automatik und manuellen Betrieb.

### **Ökologische und planungsrelevante Kernfragen:**

- Welche Fledermausarten halten sich (in einem bestimmten Gebiet) regelmäßig in größeren Höhen auf?
- Welche Faktoren beeinflussen das Auftreten von Fledermäusen in größeren Höhen (Jahreszeit, Struktur, Windgeschwindigkeit etc.)?
- Welche Aktivitäten führen die Tiere in diesen Höhen aus (Suchflug, Jagd, Ortung)?
- Treten an WEA Störfrequenzen auf, die Ruffrequenzen von Fledermäusen entsprechen und diese ggf. überlagern?

## **2 Methode**

### **2.1 Methodenentwicklung**

Die wesentliche Aufgabenstellung bestand darin, eine Methode zum Monitoring von Fledermausaktivitäten außerhalb des bodennahen Raumes zu finden. Ferner sollte eine Artbestimmung nach dem derzeitigen Stand der Technik und Wissenschaft ermöglicht werden. Systeme zur Event-Erfassung über die Zeit (Horchboxen) schieden somit aus. Für eine derartige Fragestellung kommen nur Zeitdehnungs- oder Echtzeitaufzeichnungssysteme in Betracht. Die Möglichkeit einer Kabelübertragung wurde aufgrund des Gewichtes (Heliumballons) sowie der zu erwartenden Leitungsverluste verworfen. Aus diesem Grund wurde ein Funkübertragungssystem für Echtzeitaufnahmen entwickelt (Abb. 1), welches darüber hinaus mit mehreren Kanälen simultan betrieben werden kann (Highspeed-Multichannel-Anwendung). Ähnliche Mehrkanalsysteme, jedoch ohne Funkübertragung, wurden von uns bereits erfolgreich im Termitenmonitoring und anderen Mehrkanal-Überwachungsanwendungen eingesetzt.

Besondere Sorgfalt musste auf die verwendete Computeranlage gelegt werden, um einen störungsfreien Dauerbetrieb im Gelände zu gewährleisten. Das gleiche gilt auch im Hinblick auf die Stromversorgung. Im Freiland und insbesondere an WEA hat man mit einer Vielzahl von Störsignalen zu tun, weshalb ein

vollständig automatisiertes Monitoring kaum denkbar ist. Aufgrund der Variabilität der Störgrößen ist der Einsatz von Bandpassfiltern und die Verwendung eines „triggers“ zur Lösung dieses Problems wenig hilfreich. Eine laufende Überwachung des Systems sowie die manuelle Aufnahmeauslösung erschien somit unerlässlich.

Die entwickelte Highspeed-Multichannel-Anlage ist ein Hochleistungssystem, welches individuell auf spezielle Anforderungen bei Fledermausuntersuchungen angepasst werden kann. Die hohe Qualität der technischen Module und die Bandbreite der Einsatzmöglichkeiten bieten neue Ansätze zur Klärung schwieriger ökologischer Fragestellungen im Rahmen der Erfassung von Ultraschallsignalen. Bei der hier vorgestellten Untersuchungsmethode wurde die Konfiguration im Wesentlichen auf die Erfassung aller heimischen Fledermausarten (mit Ausnahme der sehr seltenen *Rhinolophus*-Arten) per Funkübertragung der Ultraschallsignale ausgerichtet. Der Verzicht auf die Erfassung der Hufeisennasen hat vor allem kostendämpfenden Einfluss. Neben dem Einsatz an Heliumballons, an WEA sowie an höheren Bauwerken ergeben sich auch Möglichkeiten zur akustischen Detektion in unzugänglichen Bereichen bei einer Reichweite von ca. 250-300 m. Darüber hinaus können durch die Multichannel-Funktion mehrere Untersuchungspunkte synchron bearbeitet werden.

## **2.2 Anwendung**

### **2.1.1 Höhenuntersuchungen mittels Heliumballons**

Die Erfassung der Höhenaktivität von Fledermäusen mit Hilfe von Heliumballons ist prinzipiell an jedem Ort in der freien Landschaft durchführbar (Abb. 2, 3). Sowohl Offenlandgebiete als auch Waldstandorte lassen sich in windstillen bis windschwachen Nächten bearbeiten. Mikrofon und Sender sind in einer stoßsicheren Box untergebracht, die mit Hilfe heliumgefüllter Ballons in die jeweils relevante Untersuchungshöhe gebracht wird. Parallel dazu befindet sich eine baugleiche Er-



Abb. 2. Helium-Ballons mit Erfassungseinheit.  
Aufn.: FRANK SCHÄFER

fassungseinheit als Referenz am Boden. Die Ultraschallsignale beider Kanäle werden über zwei Empfänger und den Digitalwandler (AD/DA) in eine entsprechende Software für Ultraschall-Echtzeitaufnahmen eingespielt. Die Erfassung wird am Boden auf dem Bildschirm eines Notebooks verfolgt, und eintreffende Fledermausrufe werden durch manuelles Auslösen einer Aufnahmefunktion mit mehreren Sekunden Vorlauf aufgezeichnet. Zu beachten ist, dass für die sichere Signalübertragung im hindernisfreien Raum eine Distanz von 250-300 m (ohne Relaisstation) zwischen Sender und Empfänger nicht überschritten wird.

Die Methode kann als ergänzende Erfassung vor allem zur Ermittlung der Höhenaktivität von Fledermäusen an geplanten WEA-Standorten eingesetzt werden. So können z.B. an einem Waldstandort auch Bereiche oberhalb der Baumkronen untersucht werden. Der Einsatz von Heliumballons ist allerdings witterungsbedingt stark eingeschränkt. Die Methode kann nur bei Windstille oder sehr schwachen Winden bis maximal ca. 3-4 m/s eingesetzt werden. Die Begehungstermine müssen sich

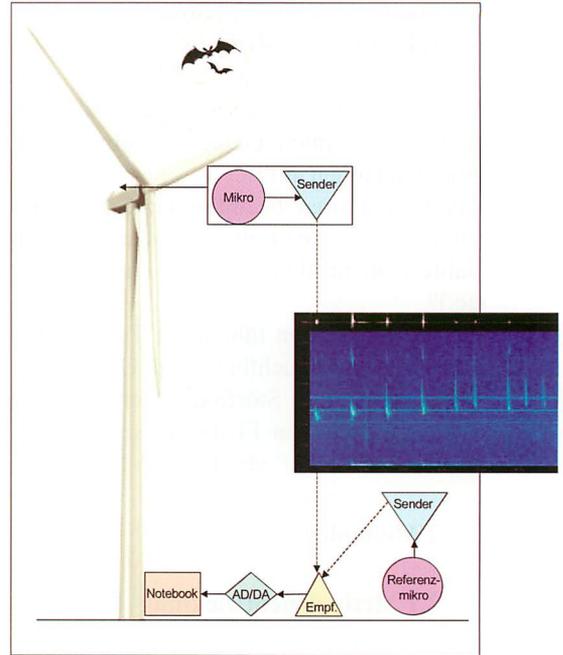


Abb. 3. Höhenuntersuchung an bereits errichteter WEA.

somit nach den Windverhältnissen richten und können i. d. R. nicht systematisch festgelegt werden. Bei höheren Windgeschwindigkeiten können unter bestimmten Voraussetzungen auch andere Flugkörper wie z. B. Zeppeline oder Drachen zum Einsatz kommen.

### 2.1.2 Untersuchungen an bestehenden WEA

In bestehenden Windparks kann das System zur Ermittlung der Fledermausaktivitäten im Bereich der Gondeln bzw. Rotoren der vorhandenen WEA eingesetzt werden. Durch die Erfassung mittels Echtzeitaufnahmen gelingt es darüber hinaus, alle betriebsbedingten Frequenzen der WEA zu dokumentieren und in einem nächsten Schritt mögliche Störfrequenzen für Fledermäuse zu ermitteln. Ultraschallmikrofon und Sender werden außerhalb bzw. an der Gondel platziert. An der Bodenstation wird die laufende Erfassung auf einem Notebook verfolgt und eintreffende Fledermausrufe werden durch manuelles Auslösen der Aufnahmefunktion in Echtzeit auf der Festplatte aufgezeichnet. Die eintreffenden Si-

gnale zeichnen sich dabei sehr deutlich auf dem Bildschirm ab (s. Abb. 5-7).

Höhenuntersuchungen an bestehenden WEA stellen eine geeignete Methode zur Bewertung des Konfliktpotenzials bei Standorterweiterungen sowie beim sog. Repowering alter Standorte dar. Darüber hinaus können derartige Erfassungen auch im Rahmen eines Monitorings wertvolle Erkenntnisse hinsichtlich möglicher Maßnahmen zur Verminderung des Konfliktpotenzials liefern.

### **3 Kritische Betrachtung der Untersuchungsmethoden**

#### **3.1 Einsatzmöglichkeiten**

Funkübertragungssysteme sind auch in der freien Landschaft nur eingeschränkt einsetzbar. Hinsichtlich der Reichweiten ergeben sich Grenzen, die eine Verwendung über große Distanzen nicht zulassen, sofern keine teuren Funklizenzen erworben werden. Hinsichtlich der hier im Vordergrund stehenden Fragestellungen ist die Reichweite der eingesetzten Sender von ca. 250-300 m i. d. R. allerdings ausreichend. Weitere Einschränkungen des Einsatzes ergeben sich z. B. im Bereich von Hochspannungsleitungen, Sendemasten und Ähnlichem, da hier die Funksignale der Anlagen überlagert werden. Hier sind in einem entsprechenden Umkreis aufgrund der Störung des Funksystems keine Aufnahmen möglich.

Der Einsatz von Heliumballons ist vor allem in Höhen oberhalb von etwa 40-50 m aufgrund ihrer Windempfindlichkeit eingeschränkt. Ein fester Untersuchungsrythmus ist daher i. d. R. nicht möglich. Erfahrungsgemäß ergeben sich pro Monat nur wenige einzelne Nächte, die von den Windverhältnissen her geeignet sind, die Ballons in Höhen um 100 m stabil zu fixieren. Eine intensive Standortuntersuchung, als Voraussetzung hinreichend abgesicherter Erkenntnisse, ist deshalb nur über sehr lange Zeiträume und bei größeren Flächen mit einem sehr hohen Aufwand bezüglich der Anzahl der eingesetzten Ballons bzw. Messstellen möglich und sinnvoll. Aus diesen Gründen erweist sich die Methode insgesamt als sehr kostenintensiv, da nicht zuletzt das benötigte Helium

und die entsprechenden Ballons i. d. R. nur einmal eingesetzt werden können. Da auch der Einsatz von Zeppelinen, Drachen oder anderen Flugkörpern jeweils mit spezifischen Problemen, hohen Kosten und witterungsbedingten Einschränkungen verbunden ist, bleibt der Einsatz von Helium-Ballons in Kombination mit einem Funkübertragungssystem derzeit allerdings eine der wenigen praktikablen Möglichkeiten der Höherfassung in der freien Landschaft.

#### **3.2 Datenqualität und Validität der Erfassungen**

Die ersten Ergebnisse zeigten, dass das entwickelte System sehr zuverlässig funktioniert und Echtzeitaufnahmen von hoher Qualität liefert. Trotz zum Teil erheblicher Nebengeräusche bei den Untersuchungen an WEA-Gondeln, konnten die Signale ohne zusätzliche Filterung von Frequenzen in der Soundanalyse problemlos verarbeitet werden. Der zunächst als Nachteil empfundene Umstand, dass es sich bei der Apparatur lediglich um ein „halbautomatisches“ System handelte, welches während des Betriebs einer manuellen Überwachung bzw. Bedienung bedarf, stellte sich im Laufe der Untersuchungen schnell als Vorteil heraus. So konnten aufgrund der ständigen Kontrolle der technischen Komponenten, insbesondere der Stromversorgung, sowie der regelmäßig notwendigen Anpassung der Aussteuerung der Kanäle sowohl Ausfälle der Anlage als auch Fehlzeiten bei der Erfassung nahezu gänzlich vermieden werden.

#### **3.3 Bewertbarkeit der Ergebnisse**

Wie bei allen ausschließlich akustischen Erfassungsmethoden ergibt sich auch bei den hier vorgestellten Verfahren die Problematik, dass keine Individuenzahlen sondern lediglich Aktivitätsdichten und relative Häufigkeiten ermittelt werden können. Zur fachgerechten und sinnvollen Evaluierung und Interpretation der Ergebnisse von Höhenuntersuchungen sind insbesondere im Rahmen von Monitorings an bestehenden WEA-Standorten des-

halb die synchronen Referenzaufnahmen im bodennahen Bereich unerlässlich. Diesbezüglich zeigen sich die wesentlichen Vorteile eines Mehrkanalsystems. Aufgrund des Einsatzes mehrerer identischer Aufnahmemodule können die Daten verschiedener Erfassungsstandorte ohne methodische und technische Einschränkungen gegenüber gestellt werden.

Beim Einsatz von Heliumballons oder anderen Fluggeräten (vgl. SATTLER & BONTADINA 2005, 2006) zur Erfassung der Höhenaktivität von Fledermäusen ist ein Anlockungseffekt der entsprechenden, meist mehrere Quadratmeter großen, Apparaturen im freien Luftraum nicht auszuschließen. Einige der vorliegenden Aufnahmen aus den durchgeführten Untersuchungen deuten darauf hin, dass Fledermäuse die eingesetzten Ballons bewusst anfliegen bzw. sich längere Zeit im Bereich der Ballons aufhielten. Bei der Interpretation der Ergebnisse derartiger Erfassungen müssen diese Effekte grundsätzlich berücksichtigt werden. Hinsichtlich der Fragestellung potenzieller Höhenaktivitäten an geplanten WEA-Standorten sind die möglichen Anlockungseffekte der Ballons allerdings nicht nachteilig. Da davon ausgegangen werden kann, dass WEA - zumindest bei einigen Arten und bei bestimmten Witterungsbedingungen - ebenfalls einen gewissen Anlockungseffekt auslösen, ergibt sich an den Ballons durchaus eine annähernd realistische Situation hinsichtlich eines möglichen Konfliktpotenzials.

Arten, deren Rufe eine hohe Reichweite haben, werden mit der hier vorgestellten Methode, wie bei Detektorerfassungen, überproportional erfasst. Ein Umstand, der bei der Auswertung und Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen ist. Ebenso ist zu beachten, dass laut rufende Arten vom Höhenmikrofon aufgrund der Reichweite möglicherweise schon in geringerer Flughöhe erfasst werden. Durch die Ausrichtung des Mikrofons kann allerdings gewährleistet werden, dass z. B. auch beim Großen Abendsegler lediglich die Rufe aufgezeichnet werden, die von Tieren aus dem freien Luftraum ab ca. 40-50 m und somit aus WEA-relevanten Höhen stammen. Bei den bisherigen Untersuchungen gab es in keinem einzigen Fall den Effekt, dass der glei-

che Fledermausruf sowohl durch das Höhenmikrofon als auch durch die Referenz am Boden erfasst wurde. Eine Überlagerung der Erfassungsräume ist demnach nicht vorhanden.

#### 4 Erste Ergebnisse der Erfassungen von Fledermausaktivitäten in WEA-relevanten Höhen

Die oben vorgestellten Methoden zur Erfassung der Höhenaktivität von Fledermäusen wurden an fünf Standorten im südwestdeutschen Mittelgebirgsraum durchgeführt (drei mittels Ballon und zwei an bestehenden WEA). In 302 verwertbaren Untersuchungsstunden konnten insgesamt 152 Ultraschallsequenzen von Fledermäusen ermittelt werden. Ergänzend dazu wurden betriebsbedingte Ultraschallemissionen von WEA aufgenommen, die einer späteren Auswertung zugeführt werden sollen. 11 Fledermausrufe konnten nicht eindeutig bestimmt werden (einzelne Sequenzen deuteten auf die Rauhhautfledermaus hin). Das festgestellte Artenspektrum umfasst drei Arten, deren Verteilung in Abb. 4 und Tab. 1 aufgeführt ist.

Rufbeispiele zweier Arten im Bereich einer WEA:

Die Abb. 5 und 6 zeigen eine Ortungssequenz vom Großen Abendsegler (*Nyctalus noctula*), die am 18.08.2005 (21:59 Uhr) auf-

Tabelle 1. Übersicht nachgewiesener Arten und ihrer Anteile am Artenspektrum. Insgesamt konnten 302 verwertbare Untersuchungsstunden zu Grunde gelegt werden, in denen 152 unterschiedliche Rufsequenzen ermittelt wurden.

Art	Anzahl Rufsequenzen	%-ler Anteil	Kontakte pro Stunde
Großer Abendsegler <i>Nyctalus noctula</i>	90	59	0,30
Zwergfledermaus <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	33	22	0,11
Kleiner Abendsegler <i>N. leisleri</i>	18	12	0,06
unbestimmt	11	7	0,04
Gesamt	152	100%	0,50

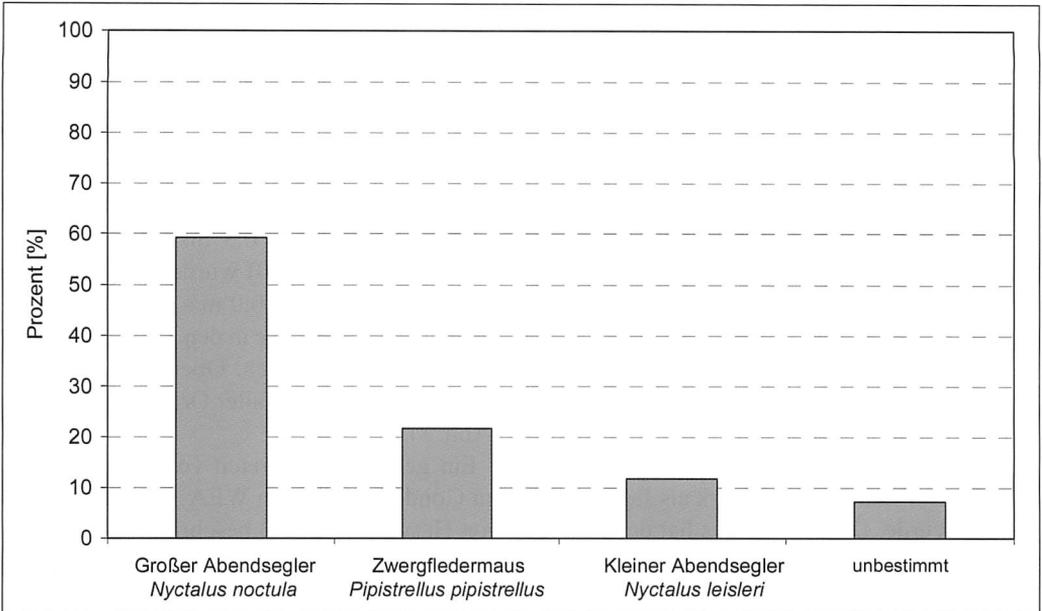


Abb 4. Häufigkeitsverteilung aller Arten, die mittels beider Untersuchungsmethoden in WEA-relevanten Höhen erfasst wurden.

genommen wurde (Windgeschwindigkeit = 1,7 m/s). Der Abb. 5 ist zu entnehmen, wie sich Ultraschallsignale von Fledermäusen am

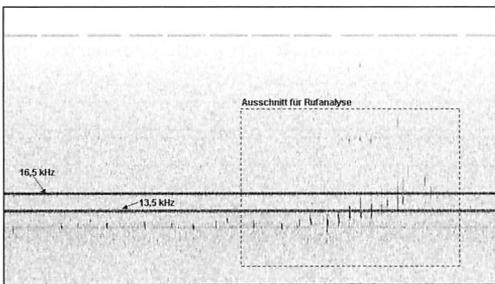


Abb. 5. Ortungssignale eines Großen Abendseglers (*Nyctalus noctula*) auf dem Notebookbildschirm bei laufender Erfassung.

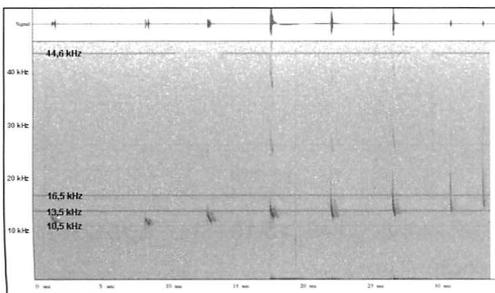


Abb. 6. Der Ruf des Großen Abendseglers (*Nyctalus noctula*) wird zur Analyse vorbereitet.

Bildschirm des Notebooks bei laufender Erfassung darstellen (siehe dazu auch Abb. 6). Die Sequenz zeigt einen Großen Abendsegler bei Annäherung an ein Objekt. Auffällig sind dabei die starken Frequenzmodulationen und die angedeuteten Doppel- bzw. Dreifachlaute.

Bei weiterer Betrachtung der Abbildungen fallen konstantfrequente Signal-„Balken“ auf, die bei einer Frequenz von 13,5 und 16,5 kHz bzw. bei 10,5 und 44,6 kHz (Abb. 6) verlaufen. Bei diesen Signalen handelt es sich um Ultraschallemissionen der laufenden WEA. Weiterhin zeigt sich eine punktuelle Überlagerung dieser konstantfrequenten Signale mit den Ultraschallrufen des Großen Abendseglers.

In der Abb. 7 ist die Jagdsequenz eines Kleinen Abendseglers (*Nyctalus leisleri*) mit abschließendem Jagderfolg (*Feeding Buzz*) dargestellt. Dieses Tier wurde am 15.07.2005 um 01.05 Uhr im Bereich einer WEA über einer Waldschneise erfasst (Windgeschwindigkeit = 3,9 m/s). Abb. 7 zeigt weiterhin, dass sich die Jagdsequenz wiederholt, bevor sie in reine Ortungsrufe übergeht (in der Abbildung rechts). Bei den Rufen in Abb. 7 sind vermutlich Doppellaute mit einem sehr starken frequenzmodulierten Anteil zu erkennen. Die Sequenz

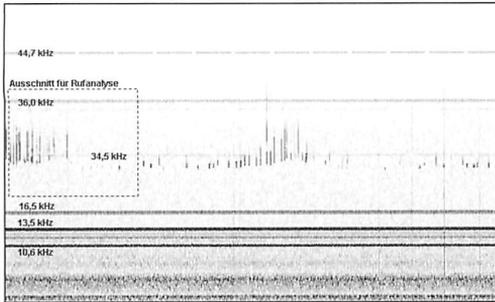


Abb. 7. Jagd- und Ortungssignale eines Kleinen Abendseglers (*Nyctalus leisleri*) auf dem Notebookbildschirm bei laufender Erfassung.

stellt einen untypischen Ruf eines Kleinen Abendseglers dar. Dieser Ruf dokumentiert, dass der Luftraum im Windpark als Jagdgebiet genutzt wurde. Darüber hinaus hat der Kleine Abendsegler durch das Aussenden von Doppellauten möglicherweise auf ungewöhnliche Jagdbedingungen reagiert. Weitere Ausführungen zu diesem Verhalten werden in einer nachfolgenden Veröffentlichung gemacht. Auch bei dieser Aufnahme zeichnen sich deutliche betriebsbedingte konstantfrequente Signale der WEA ab, die im unteren Bereich zwischen 10 und 17 kHz und im oberen Bereich zwischen 34 und 45 kHz liegen.

Bei der Erfassung der Höhenaktivität von

Fledermäusen an bestehenden WEA wurden jeweils alle relevanten Wetterdaten (Temperatur, Windgeschwindigkeit etc.) im Rahmen des Betriebs der WEA laufend erfasst und für die spätere Auswertung von den Betreiberfirmen zur Verfügung gestellt.

Die Untersuchungen fanden bei Windgeschwindigkeiten von 0,3 bis 10,9 m/s statt. Rufsequenzen ( $n = 90$ ) wurden insgesamt im Bereich von 0,3 bis 10,0 m/s ermittelt, wobei die meisten Nachweise in den Kategorien >2-4 und >6-8 m/s gelangten. Oberhalb von 8 m/s wurden 5,6 % ( $n = 5$ ) aller Ortungsrufe erfasst (Abb. 8).

Ein gehäuftes Auftreten von Fledermäusen im Gondelbereich von WEA, wie bei BEHR & VON HELVERSEN (2005) beschrieben, konnte an den untersuchten Standorten indes nicht festgestellt werden. Die näheren Umstände, die zu einem solchen Effekt führen, sind weiter unklar. Gründe für eine verstärkte Nutzung anlagennaher Bereiche könnten sowohl bestimmte Witterungsverhältnisse als auch Abschnitte im Lebenszyklus der Arten sowie Anlockungseffekte sein. So kann z.B. während der Phase der Auflösung der Wochenstuben in bestimmten Teillebensräumen eine veränderte Aktivitätsdichte bei verschiedenen Fledermausarten be-

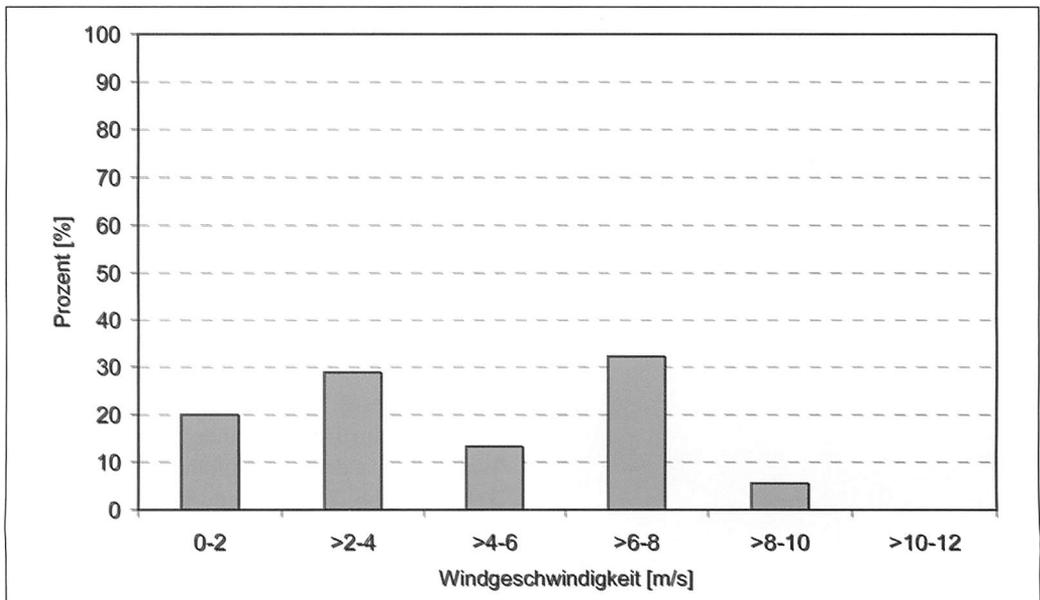


Abb. 8. Verteilung der Fledermausnachweise an bestehenden WEA ( $n = 90$ ) auf Windgeschwindigkeitskategorien.

obachtet werden. Darüber hinaus kommen auch Ultraschallemissionen in Frage, die von den WEA ausgehen und möglicherweise die Echoortung von Fledermäusen im Umfeld von Windenergieanlagen beeinträchtigen.

Maßgeblicher Faktor für die Aktivitätsdichte in der Höhe dürfte i. d. R. allerdings die Witterung sowie die davon abhängige Nahrungsverfügbarkeit sein. Die Umgebungsstruktur der WEA-Standorte bedingt darüber hinaus neben der Raumnutzung auch das vorhandene Artenspektrum. Diese Aspekte werden tendenziell durch die Ergebnisse der hier durchgeführten Untersuchungen gestützt. Generelle Aussagen sind zum jetzigen Zeitpunkt jedoch noch nicht möglich, zumal die Thematik potenzieller Anlockungseffekte durch WEA weiterer intensiver Forschungen bedarf. Möglicherweise ergeben sich bei künftigen Erfassungen an bestehenden WEA auch diesbezüglich wertvolle Erkenntnisse.

### Danksagung

Für die Übersetzung der Zusammenfassung ins Englische möchten wir uns bei Herrn Dr. FRANK HAILER/Washington D.C. sehr herzlich bedanken.

### Zusammenfassung

Vor dem Hintergrund der aktuellen Fragestellung zur Höhenaktivität von Fledermäusen an bestehenden oder geplanten Windenergiestandorten, wurde eine Methode zur Erfassung von Fledermäusen im höheren Luftraum entwickelt. Das System basiert auf einer Highspeed-Multichannel-Anwendung, bei der Echtzeitaufnahmen mittels Funkübertragung an eine Bodenstation übermittelt und dort aufgenommen werden. Die Konfiguration der Apparatur ermöglicht den Einsatz z.B. an Heliumballons sowie im Gondelbereich von Windkraftanlagen sowie die synchrone Erfassung von Referenzdaten.

Die ersten Ergebnisse der Untersuchungen zeigen, dass die angewandten und hier vorgestellten Methoden gut geeignet sind, Fledermausaktivitäten in größeren Höhen zu erfassen und zu bewerten. Die Verfahren sind vor allem als wertvolle Ergänzung zu den üblichen Erfassungsmethoden (Detektorkartierung, Netzfang, Schlagopfersuche) bei der Bewertung von Konfliktpotenzialen an geplanten und bestehenden Windenergiestandorten einsetzbar.

Im Rahmen der Auswertung erster Ergebnisse wurden an den untersuchten Standorten in der Höhe insgesamt 152 Ruffrequenzen von drei Fledermausarten [Großer Abendsegler (*Nyctalus noctula*), Kleiner Abendsegler (*Nyctalus leisleri*) sowie Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*)] festgestellt.

### Summary

#### **Novel bio-acoustic methods to assess activity patterns of bats on ground and at blade height at locations of planned and existing wind energy plants: technique, methodology and first survey results of bats flying in heights relevant to wind energy plants**

Over the past years it has become increasingly important to assess potential effects of wind turbines on bats. We here introduce a method which allows assessment of flight activity patterns of bats in considerable elevation above the ground. The system is based on a high-speed multi-channel application, which transmits real-time data recordings to a receiving earth station, where the data is stored. The configuration of the system enables its use attached to helium balloons, at blade height of wind turbines as well as synchronous determination of reference data.

First results obtained using this method show that it is well suited to record and evaluate flight activity of bats in considerable heights above ground. The procedure is especially useful in combination with traditional inventory methods such as inventory on the ground using bat detectors, mist netting and standardized carcass search sampling.

First data analyses based on the here presented method yielded in total 152 calls of three bat species: Noctule bat (*Nyctalus noctula*), Leisler's bat (*Nyctalus leisleri*) and Common pipistrelle (*Pipistrellus pipistrellus*).

### Schrifttum

- ARNETT, E. B. [technical editor and Project Coordinator] (2005): Relationships between bats and wind turbines in Pennsylvania and West Virginia: an assessment of bat fatality search protocols, patterns of fatality, and behavioural interactions with wind turbines. A Final report submitted to the BATS AND WIND ENERGY COOPERATIVE. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA.
- BEHR, O., & VON HELVERSEN, O. (2005): Gutachten zur Beeinträchtigung im freien Luftraum jagender und ziehender Fledermäuse durch bestehende Windkraftanlagen. Wirkungskontrolle zum Windpark „Roßkopf“ (Freiburg i. Br.). Unveröff. Gutachten der Friedrich-Alexander-Univ. Erlangen-Nürnberg. Erlangen (37 pp.).
- BRINKMANN, R., SCHAUER-WEISSHAHN, H., & BONTADINA, F. (2005): Untersuchung zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg. Studie i. A. Regierungspräsidium Freiburg.
- DÜRR, T. (2001): Fledermäuse als Opfer von Windkraftanlagen. Naursch. u. Landschaftspf. in Brandenburg 10, 182.

- (2002): Fledermäuse als Opfer von Windkraftanlagen in Deutschland. *Nyctalus (N.F.)* 8, 115-118.
- , & BACH, L. (2004): Fledermäuse als Schlagopfer von Windenergieanlagen – Stand der Erfahrungen mit Einblick in die bundesweite Fundkartei. *Bremer Beitr. f. Naturkd. u. Natursch.* 7, 253-264.
- ENDL, P. (2004): Untersuchungen zum Verhalten von Fledermäusen und Vögeln an ausgewählten Windkraftanlagen – Landkreise Bautzen, Kamenz, Löbau-Zittau, Niederschlesischer Oberlausitzkreis, Stadt Görlitz, Freistaat Sachsen. Unveröff. Gutachten i. A. Staatl. Umweltfachamt Bautzen.
- RAHMEL, U., BACH, L., BRINKMANN, H., LIMPENS, H., & ROSCHEN, A. (2004): Windenergieanlagen und Fledermäuse – Hinweise zur Erfassungsmethodik und zu planerischen Aspekten. *Bremer Beitr. f. Naturkd. u. Natursch.* 7, 265-272.
- SATTLER, T., & BONTADINA, F. (2005): Grundlagen zur Ökologischen Bewertung von zwei Windkraftgebieten in Frankreich aufgrund der Diversität und Aktivität von Fledermäusen. Unveröff. Kurzbericht. SWILD, Zürich, i. A. Megawatt Eole. Stuttgart (23 pp.).
- , & - (2006): L'évaluation écologique de deux secteurs d'installations éoliens en France sur la base de la diversité et l'activité des chauvessouris. SWILD, Zürich, mandat de Megawatt Eole. Stuttgart (41 pp.).
- TRAPP, H., FABIAN, D., FÖRSTER, F., & ZINKE, O. (2002): Fledermausverluste in einem Windpark in der Oberlausitz. *Naturschutzarb. in Sachsen* 44, 53-56.
- TRAXLER, A., WEGLEITNER, S., & JAKLITSCH, H. (2004): Vogelschlag, Meideverhalten & Habitatnutzung an bestehenden Windkraftanlagen Prellenkirchen – Obersdorf – Steinberg/Prinzendorf. Unveröff. Bericht i. A. WWS Ökoenergie, WEB Windenergie, evn Naturkraft, IG Windkraft und dem Amt der NÖ Landesregierung (107 pp.).