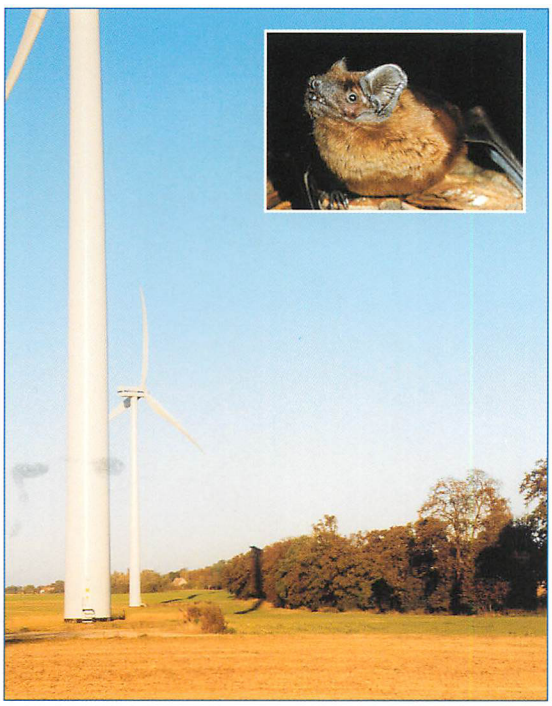
Band 12 · Heft 2-3 · 2007

Fledermaus-Fachzeitschrift

Nyctalus

Neue Folge



Themenheft

Fledermäuse
und Nutzung
der Windenergie

NABU

Mit freundlicher Unterstützung durch die Vereine

Mausohr e.V.

BAT Berliner Artenschutz Team e.V.

Sächsischer Verband
für Fledermausforschung
und -schutz e.V.

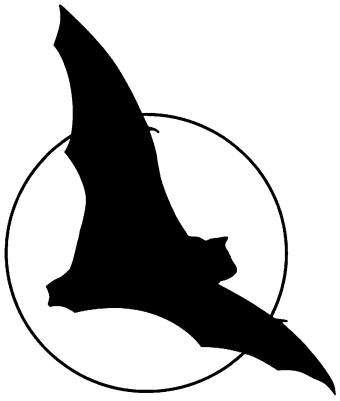
SVF



Arbeitskreis Fledermäuse
Sachsen-Anhalt e.V.



Arbeitsgemeinschaft
für Karstkunde
Harz e.V.



Nyctalus

Neue Folge

Naturschutzbund Deutschland e.V.

Begründet von Prof. Dr. Heinrich Dathe, Berlin

Band 12 • Heft 2-3 • 2007

NABU

Hinweise für Autoren (Manuskript-Richtlinien) s. unter www.nyctalus.com (Main Menü: Hinweise für Autoren)

Impressum

© 2007 Naturschuzbund Deutschland e.V.

Herausgeber:
Dr. JOACHIM HAENSEL / Berlin

Mitherausgeber:
TOBIAS DÜRR / Nennhausen - OT Buckow

Wissenschaftlicher Beirat:
Dr. CHRISTINE HARBUSCH / Perl-Kesslingen
Dr. HEINZ HIEBSCH / Dresden
Prof. Dr. ERWIN KULZER / Tübingen
PETER LINA / Leiden (Niederlande)
BERND OHLENDORF / Stolberg (Harz)
Dr. GÖTZ RUEMPLER / Bremen
Prof. Dr. REINALD SKIBA / Wuppertal
MANFRED WEISHAAR / Gusterath

Schriftleitung, Koordination, Bestellung, Vertrieb:
Dr. JOACHIM u. RENATE HAENSEL GbR
Brascheweg 7
D-10318 Berlin-Karlshorst
Tel./Fax 030 / 509 99 66
http://www.nyctalus.com
E-Mail: haensel.joachim@nyctalus.com; service@nyctalus.com

Druck und Versand:
Liebeskind Druck GmbH
Beim Weidige
D-99510 Apolda
Telefon 03644 / 5092-0
E-Mail: post@liebeskind-druck.de

gedruckt auf chlorfrei gebleichtem, umweltverträglichem Papier

Foto Umschlag:
Unter Windenergienanlagen, die mit weniger als 50 m einen viel zu geringen Abstand zur Lindenallee entlang einer ostbrandenburgischen Landstraße (Aufn.: Dr. J. HAENSEL) aufweisen, wurden Abendsegler (*Nyctalus noctula;* Porträt nach Dr. E. GRIMMBERGER), Kleinabendsegler (*Nyctalus leisleri*) und Rauhhautfledermäuse (*Pipistrellus nathusii*) als Schlagopfer gefunden.

Nyctalus (N.F.), Berlin **12** (2007), Heft 2-3, S. 107

Vorwort

Mit dem Themenheft „Fledermäuse und Nutzung der Windenergie" wendet sich die Fledermaus-Fachzeitschrift NYCTALUS (N.F.) einem anhaltend brisanten Thema zu. Auf der einen Seite ist die potenzielle Erweiterung von regenerativen Energien für Deutschland und viele weitere Staaten Europas lebenswichtig und -notwendig, da vor allem in den hochentwickelten Industriestaaten ein riesiger Energiebedarf besteht, aber viel zu wenig Energiequellen vorhanden sind. Auf der anderen Seite ist inzwischen vielfach belegt, dass von Windenergieanlagen ein hohes Gefährdungspotenzial für Fledermäuse ausgeht, das möglicherweise sogar noch größer als das für Vögel ist. Dabei zeigte sich immer wieder, dass die Kenntnisse über die Verluste an Fledermäusen durch Windenergieanlagen - trotz aller Bemühungen um Aufhellung - nach wie vor unvollständig sind.

In den Beiträgen des vorliegenden Themenheftes werden die bisher bekannten Erkenntnisse über die Verluste an Fledermäusen vorgestellt, einschließlich der möglichen Ursachen. Die Führung einer zentralen Kartei zur Erfassung von Fledermausverlusten durch Windenergieanlagen erfolgt in Deutschland bundesweit durch einen der Herausgeber, die Staatliche Vogelschutzwarte im Landesumweltamt Brandenburg, und hat sich bislang außerordentlich bewährt. Diese Datensammlung ist als Beginn eines Monitorings gemäß den Auflagen der EU-Kommission (Draft-Version, April 2006) zu verstehen, um das Ausmaß unbeabsichtigter Tötung von Fledermäusen durch WEA zu erfassen. Über das Internet stehen Ergebnisse dieser zentralen Erfassung allen Interessenten zur Verfügung. Die Datenbank umfasst darüber hinaus auch Informationen (Literaturangaben) aus dem übrigen Europa und von Übersee. Die aus dieser Datensammlung zu schöpfenden Erkenntnisse werden in diesem Themenheft, dem jüngsten Stand entsprechend, vorgestellt.

Weitere Beiträge in diesem Themenheft widmen sich aktuell anstehender Forschungstätigkeit zum Themenkomplex „Fledermäuse und Nutzung der Windenergie". Ein Schwerpunkt ist die Sammlung weiterer Informationen darüber, welche Fledermausarten speziell durch Windenergieanlagen bedroht werden. Dabei kommt den zweifellos bestehenden lokalen und regionalen Unterschieden eine besondere Funktion zu. Sehr wichtig ist auch der Fragenkomplex, in welchen Flughöhen sich welche Flugaktivitäten von Fledermäusen abspielen, ein bisher weitgehend vernachlässigtes Thema. Ebenso wichtig ist die Fragestellung, in welchem Umfang sich Fledermäuse über die Küstenbereiche und die offene See bewegen und in diesem Zusammenhang durch die bereits vorhandenen, aber in noch weit größerem Umfang von den im Stadium der Planung befindlichen riesigen Offshore-Anlagen gefährdet werden.

Die allerwichtigste Problematik, der sich das vorliegende Spezialheft des NYCTALUS (N.F.) widmet, ist die Fragestellung, wie Fledermausverluste durch Windenergieanlagen vermieden bzw. minimiert werden können. Hier zeichnen sich erste hoffnungsvolle Lösungsansätze ab. Dabei geht es nicht um ein Verhindern oder Ausbremsen der Windenergienutzung, sondern um eine möglichst sinnvolle Nutzung an kontaktarmen Standorten. Wir würden uns freuen, wenn durch die Herausgabe des Themenheftes „Fledermäuse und Nutzung der Windenergie" eine weitere Belebung der Forschungstätigkeit eintritt und neue Erkenntnisse im Sinne des Fledermausschutzes wirksam werden.

Dr. Joachim Haensel
Herausgeber

Prof. Dr. Matthias Freude
Präsident des
Landesumweltamtes Brandenburg

Nyctalus (N.F.), Berlin **12** (2007), Heft 2-3, S. 108-114

Die bundesweite Kartei zur Dokumentation von Fledermausverlusten an Windenergieanlagen - ein Rückblick auf 5 Jahre Datenerfassung

Von Tobias Dürr, Nennhausen / OT Buckow

Mit 2 Abbildungen

1 Einleitung

Seitdem Dürr & Bach (2004) einen zusammenfassenden Überblick über die damals aktuellen Fundzahlen von Fledermäusen an Windenergieanlagen (WEA) gaben, haben sich diese wesentlich verändert. Einerseits wurden Fundmeldungen, an denen ernstzunehmende Zweifel an der Seriösität der Daten geäußert wurden, wegen unzureichender Dokumentation aus der Datenbank gestrichen, andererseits kam eine Reihe von Fundmeldungen hinzu, so dass an dieser Stelle ein neuer Überblick über die aktuellen Zahlen gegeben werden soll.

2 Gesamtübersicht

Gegenwärtig umfasst die von der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesumweltamt Brandenburg bundesweit geführte Datenbank Meldungen über 706 an WEA verunglückte Fledermäuse in 15 Arten (Tab. 1). Die Fundmeldungen stammen aus 13 Bundesländern. Als wesentliche Änderung in der Fundkartei gegenüber den bei Dürr & Bach (2004) aufgelisteten Funden sind die Streichung von 70 gemeldeten Funden aus Thüringen, darunter auch die bis vor kurzem einzigen Funde des (Großen) Mausohrs (*Myotis myotis*). Seiche (2007) teilte jedoch einen aktuellen Fund dieser Art in Sachsen aus dem Jahr 2006 mit. Neu sind weiterhin je eine Fundmeldung der Alpenfledermaus (*Hypsugo savii*) durch C. Engemann und der Großen Bartfledermaus (*Myotis brandtii*) aus Sachsen-Anhalt (Mitt. B. Ohlendorf), der Teichfledermaus (*Myotis dasycneme*) aus Schleswig-Holstein (Mitt. H. Göbel, Mi. Göttsche), der Nordfledermaus (*Eptesicus nilssonii*) aus Sachsen (Mitt. F. Förster) sowie 2 Funde des Braunen Langohrs (*Plecotus auritus*), je einer aus Thüringen (Mitt. F. Westerhausen) und Mecklenburg-Vorpommern (Mitt. U. Hermanns).

In Tab. 1 fällt das regional sehr unterschiedliche Auftreten von Fledermausarten auf. Die unterschiedlichen Größenordnungen von Fundmeldungen in den einzelnen Bundesländern spiegeln in erster Linie die Kontrollintensität wider und sind nicht als konfliktarme Räume zu interpretieren.

In Mecklenburg-Vorpommern (66,7 %), Brandenburg (47,9 %) und Sachsen (41,9 %) wurden am häufigsten (Große) Abendsegler (*Nyctalus noctula*) gefunden. Rauhhautfledermäuse (*Pipistrellus nathusii*) verunglücken überdurchschnittlich häufig in Thüringen (41,2 %), Schleswig-Holstein (37,5 %), Brandenburg (27,2 %), Sachsen (26,6 %) und Sachsen-Anhalt (25,0 %). In Baden-Württemberg dominiert die Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) mit 80,8 % aller Funde die Fundliste. Darüber hinausgehend wurde diese Art nur noch in Schleswig-Holstein (25,0 %) überdurchschnittlich häufig gefunden, war aber auch in Sachsen (13,3 %), Thüringen (11,8 %) und Brandenburg (9,4 %) regelmäßig als Schlagopfer zu verzeichnen. Die Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*) wurde nur in Thüringen (14,7 %) und Sachsen (5,4 %) überdurchschnittlich häufig registriert. In Baden-Württemberg wurden überdurch-

Tabelle 1. Übersicht über die bisher dokumentierten Fledermausverluste an Windenergieanlagen in Deutschland

Art wiss. Name Abk.*	deutscher Name	Bundesland BB	BW	BY	HB	HS	MVP	NDS	NRW	RP	SAH	SH	SN	TH	ges.
Nnoc	(Großer) Abendsegler	127		1	2		6		3		7	5	85	7	243
Nlei	Kleinabendsegler	9	16						3		2		4	1	35
Eser	Breitflügelfledermaus	6	1						2			1	7		17
Enil	Nordfledermaus												1		1
Vmur	Zweifarbfledermaus	8	2			1							11	5	27
Mmyo	(Großes) Mausohr												1		1
Mdas	Teichfledermaus											1			1
Mdau	Wasserfledermaus	1					1					1			3
Mbra	Große Bartfledermaus										1				1
Ppip	Zwergfledermaus	25	101					1	3	1	2	6	27	4	170
Pnat	Rauhhautfledermaus	72				1	1	1	1		6	9	54	14	159
Ppyg	Mückenfledermaus	6									3		3	1	13
*P*spc	*Pipistrellus* spec.	3	4									1			8
Hsav	Alpenfledermaus										1				1
Paus	Graues Langohr	5											1		6
Paur	Braunes Langohr						1							1	2
*Ch*sp	Fledermaus Art?	3	1							2	2		9	1	18
ges.		265	125	1	2	2	9	2	12	3	24	24	203	34	706

BB - Brandenburg; BW - Baden-Württemberg; BY - Bayern; HB - Hansestadt Bremen: HS - Hessen; MVP - Mecklenburg-Vorpommern; NDS - Niedersachsen; NRW - Nordrhein-Westfalen; RP - Rheinland-Pfalz; SAH - Sachsen-Anhalt; SH - Schleswig-Holstein; SN - Sachsen; TH - Thüringen

* dem im Nyctalus (N.F.) üblichen Schlüssel folgend (siehe z. B. bei Haensel: „Aktionshöhen verschiedener Fledermausarten nach Gebäudeeinflügen in Berlin und nach anderen Informationen mit Schlußfolgerungen für den Fledermausschutz" i. ds. Ausg., Tab. 1).

schnittlich viele Kleinabendsegler (*Nyctalus leisleri*; 12,8 %), in Sachsen überdurchschnittlich viele Breitflügelfledermäuse (*Eptesicus serotinus*; 3,4 %) und in Brandenburg überdurchschnittlich viele Mückenfledermäuse (*Pipistrellus pygmaeus*; 2,3 %) sowie Graue Langohren (*Plecotus austriacus*; 1,9 %) gefunden.

Diese regionalen Besonderheiten deuten darauf hin, dass sich in den einzelnen Bundesländern durchaus ganz andere Gefährdungssituationen für die eine oder andere Fledermausart ergeben können, was bei der Gesamtübersicht bisher nicht auffällig wurde. Zu erwarten ist hier vor allem eine starke Betroffenheit jener Arten, die entlang der Ost- und Nordseeküste oder über die offene See ziehen, denn die Ergebnisse aus dem Binnenland können auf diese spezielle Situation nur sehr begrenzt übertragen werden.

Hieraus lässt sich ein Bedarf an gründlichen und umfassenden Standortvoruntersuchungen für geplante Windparks ableiten, um möglichst früh ernstzunehmende Konflikte aufzuzeigen und langjährige, nachteilig negativ auf Fledermauspopulationen einwirkende Gefahrenquellen gering zu halten.

3 Zeitliche und jahreszeitliche Verteilung der Fundmeldungen

Überwiegend angeregt durch Publikation über Fundmeldungen von Fledermäusen an WEA (DÜRR 2001, 2002, DÜRR & BACH 2004) kam es zu einer Reihe von vielfältigen Felduntersuchungen in mehreren Bundesländern, deren Ergebnisse nur z. T. der Öffentlichkeit bekannt gemacht wurden (TRAPP et al. 2003, BACH 2005, BRINKMANN 2006, BEHR & VON HELVERSEN 2005, 2006, BENGSCH 2006). So gingen die Fundmeldungen diverser unpublizierter Untersuchungen auch in diese Datenbank ein. Tab. 2 gibt einen Überblick über die jahrweise gemeldeten Funde aus den einzelnen Bundesländern. An dieser Stelle wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es, abgesehen von Untersuchungen im Jahr 2006 in Sachsen, bisher bundesweit zu keinen großflächigen und kontinuierlichen Erhebungen der Fledermausverluste gekommen ist. So liegen aus einigen Bundesländern bis heute noch keine Ergebnisse der Kontrolle von WEA vor und die Datenbank ist bei weitem nicht vollständig; es gibt eine Reihe von Untersuchungen, deren Ergebnisse der zentralen Dokumentationsstelle bisher nicht übermittelt wurden. Für eine Vielzahl von weiteren Funden fehlt die

Tabelle 2. Übersicht über die jährlich in den einzelnen Bundesländern registrierten Fundmeldungen

Jahr	Bundesland													
	BB	BW	BY	HB	HS	MVP	NDS	NRW	RP	SAH	SH	SN	TH	ges.
1998								1						1
1999	1							1						2
2000	1							1						2
2001	5													5
2002	13		1					2	2	4		37		59
2003	39					3					14	22		78
2004	65	84				6	2	4		4	1	33	14	213
2005	93	41		2	2				1	7	9		14	169
2006	48							4		9		111	5	177
2007													1	1
ges.	265	125	1	2	2	9	2	12	3	24	24	203	34	706

Dokumentation, so dass auch diese noch nicht in der Datenbank enthalten sind.

Für 469 Funde liegt das genaue Funddatum vor. Darüber hinaus wurde für 219 Tiere die etwaige Liegedauer bei der Fundmeldung mit angegeben, so dass der ungefähre Todeszeitpunkt berechnet werden konnte (Abb. 1). Auf den Zeitraum des Heimzuges (Mitte April bis Mitte Mai) entfallen 4,6 % und auf die Zeit der Quartierauflösung, Schwärmphase, Balz und des Wegzuges (Mitte Juli bis Anfang Oktober)

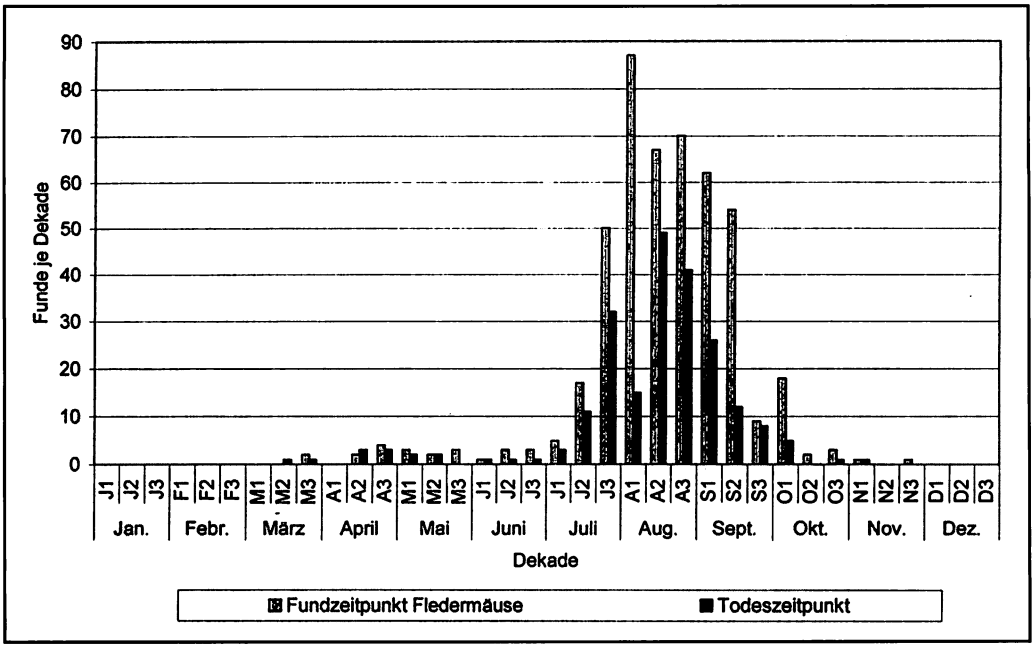


Abb. 1. Fundzeitpunkt (n = 469) und Todeszeitpunkt (n = 219) von Fledermäusen an WEA in Deutschland

90,9 % aller Verluste mit genauem Todeszeitpunkt.

4 Alter und Geschlecht

Bei 362 Fledermäusen wurde bisher das Alter der Tiere bestimmt (Tab. 3). Danach verunglückten 164 Jungtiere (45,3 %) und 198 erwachsene Fledermäuse (54,7 %) an den WEA. Bei Rauhhaut-, Mücken-, Zweifarbfledermaus und Grauem Langohr überwiegen die Funde von adulten Tieren, bei (Großem) Abendsegler, Kleinabendsegler, Zwerg- und Breitflügelfledermaus hingegen die Funde von Jungtieren. Angaben zum Geschlecht der Tiere liegen bisher von 307 Fledermäusen vor. Das Geschlechterverhältnis ist insgesamt leicht zugunsten der ♂♂ verschoben. Nicht zu je-

Tabelle 3. Angaben zum Alter (n = 315) und zum Geschlecht (n = 245) von an WEA verunglückten Fledermäusen sowie zum Jungtieranteil im Verhältnis zu verunglückten adulten ♀♀

Art	adult	immatur	♂♂	♀♀	Verhältnis Jungtiere zu adulten ♀♀
(Großer) Abendsegler	60	89	64	61	89 : 21 = 4,2
Kleinabendsegler	7	10	11	8	10 : 1
Zwergfledermaus	32	35	34	32	35 : 1
Rauhhautfledermaus	70	15	32	35	15 : 21 = 0,7
Mückenfledermaus	7	4	6	3	4 : 1 = 4,0
Alpenfledermaus		1		1	1 : 0
Zweifarbfledermaus	10	2	7	1	2 : 1 = 2,0
Breitflügelfledermaus	5	7	4	3	7 : 0 > 7,0
Graues Langohr	4	1	2	2	1 : 1 = 1,0
Wasserfledermaus	1			1	0 : 1 = 0,0
Teichfledermaus	1				-
Große Bartfledermaus	1				-
ges.	198	164	160	147	164 : 48 = 3,4
Anteil (%	54,7	45,3	52,1	47,9	77,4 : 22,6

dem altersbestimmten Tier liegen Angaben zum Geschlecht vor und nicht zu jedem geschlechtsbestimmten Tier Angaben zum Alter.

Deshalb bezieht sich die Angabe zum Verhältnis Jungtiere zu adulten ♀♀ (Tab. 3) nur auf eine gemeinsame Stichprobe. Vor allem unter den adulten Tieren liegen uns gegenwärtig nur sehr wenige Angaben zum Geschlecht vor, so dass ein höherer Anteil an Jungtieren je adultes ♀ aufgezeigt wird, als reell gefunden wurde.

So entfallen auf bisher jeweils nur ein bestimmtes adultes ♀ bei der Zwergfledermaus 35 gefundene Jungtiere, beim Kleinabendsegler 10 Jungtiere, bei der Mückenfledermaus 4 Jungtiere, bei der Zweifarbfledermaus 2 Jungtiere und beim Grauen Langohr 1 Jungtier. Bei der Breitflügelfledermaus wurden 7 Jungtiere, jedoch kein adultes ♀ gefunden. Beim (Großen) Abendsegler wurden 89 Jungtiere gefunden, die bisher 21 altersbestimmten adulten ♀♀ gegenüberstehen. Bei einer Stichprobe aus Brandenburg entfallen auf 21 adulte ♀♀ 39 Jungtiere (1,86 Junge/♀), was in etwa der natürlichen Reproduktionsrate entspricht. Bei der Rauhhautfledermaus stehen 15 Jungtiere 21 altersbestimmten adulten ♀♀ gegenüber, was 0,7 Jungen/♀ entspricht. Bei einer Stichprobe aus Brandenburg entfielen auf jedes adulte ♀ 0,82 Jungtiere. Allerdings ist die Stichprobe bei den meisten Arten noch recht gering und lässt wegen des hohen Anteils fehlender Geschlechtsangaben unter den adulten Tieren keine abschließende Bewertung zu.

Obwohl junge Abendsegler offenbar während der Quartiererkundungsphase im Anschluss an die Wochenstubenzeit gezielt WEA anfliegen und in größerer Zahl daran verunglücken, steigt der Anteil von adulten Tieren durch Verlust im Laufe des Spätsommers und Herbstes auf 40 % an. Bei der Rauhhautfledermaus sind es vor allem adulte Tiere, die an den WEA verunglücken. Ihr Anteil beträgt 82,4 %. Aus dem geringen Jungtieranteil von 17,6 % kann eine Gefährdung solcher Tiere, die aufgrund ihres geringen Lebensalters als unerfahren einzuschätzen sind, damit ausgeschlossen werden.

Auch die Vermutung, dass vor allem Jungtiere WEA gezielt, u. a. im Rahmen der Quartiererkundungsphase aufsuchen, lässt sich mit Ausnahme des (Großen) Abendseglers für die anderen Arten nicht bestätigen. Obwohl man annehmen könnte, dass die hoch in den Luftraum ragenden Bauwerke gerade für adulte ♂♂ einiger Arten auf der Suche nach geeigneten Paarungsquartieren attraktiv sind, ist der Männchenanteil unter den gefundenen adulten Fledermäusen mit 52,1 % nur geringfügig höher als der Anteil verunglückter ♀♀. Bei der Zweifarbfledermaus betrug der Anteil von ♂♂ gegenüber den ♀♀ 87,5 %, bei der Mückenfledermaus 66,7 %, beim Kleinabendsegler 57,9 %, bei der Breitflügelfledermaus 57,1 %, bei der Zwergfledermaus 51,5 %, beim (Großen) Abendsegler 51,2 %, beim Grauen Langohr 50,0 % und bei der Rauhhautfledermaus 47,8 %. Bei den übrigen Arten wurden jeweils nur ♂♂ oder ♀♀ gefunden.

5 Forschungsdefizite

Bisher gibt es noch zu wenige kontinuierlich, systematisch und vor allem langjährig betriebene Kontrollen von Windparks auf Anflug- und Schlagopfer. Die Kontrollergebnisse einzelner Windparks reichen nicht aus, um das Verlustgeschehen zu verallgemeinern, denn sowohl die standort- als auch die anlagentypspezifischen Einflüsse sind zu heterogen. Darüber hinaus mangelt es den meisten durchgeführten Studien an begleitenden Tests zur Ermittlung von Sucheffizienz (= Übersehensrate), Abtragerate (= Einfluss von Prädatoren, s. Abb. 2) und Liegedauer von Kadavern. Auch fehlen überwiegend Angaben zur Größe der je Kontrolle und WEA abgesuchten Fläche. Immerhin wurden von uns Fledermäuse in Entfernungen von >90 m (ENERCON E-70; 149 m Gesamthöhe) gefunden. Ohne diese Parameter lassen sich kaum seriöse Größenordnungen verunglückter Fledermäuse (und Vögel) ermitteln.

Keine oder nur sehr begrenzte Kenntnisse



Abb. 2. Von Wespen bereits 2 Std. nach Sonnenaufgang stark angefressene Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) im Windpark Wernitz, Havelland. Aufn.: T. Dürr

gibt es über die Auswirkungen von:

- WEA mit unterschiedlicher Mastbauweise (Rohrturm / Gittermastbauweise)
- besonders hohen WEA (>150-200 m)
- WEA, deren niedrigster Rotorflügelpunkt erst sehr hoch (ab 80 m) über dem Boden beginnt
- WEA mit Rotorlänge >80 m
- WEA im Offshorebereich
- Windparks vor und nach Repowering
- Windparks entlang der Ost- und Nordseeküste und auf den vorgelagerten Inseln
- WEA in den Bundesländern Bayern, Bremen, Hamburg, Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Saarland, Sachsen-Anhalt.

Zusammenfassung

Die aktuelle bundesweite Datenbank weist 706 Fundmeldungen von 15 Fledermausarten aus. Zu 469 Funden wurde bisher das genaue Funddatum übermittelt, bei 219 dieser Tiere konnte auch der etwaige Todeszeitpunkt ermittelt werden. Wurden während des Heimzuges (Mitte April bis Mitte Mai) nur etwa 4,6 % aller Verluste registriert, so waren es in der Phase von Quartiersuche, Balz und Wegzug (Mitte Juli bis Anfang Oktober) 90,9 %. Mit 79,3 % entstammten die meisten Fundmeldungen den Jahren 2004 bis 2007. Bisher wurden aus 13 Bundesländern Fledermausverluste an WEA gemeldet. Von den Funden entfallen 81,0 % auf die Arten *Nyctalus noctula*, *Pipistrellus pipistrellus* und *P. nathusii*, wobei es im Anteil der einzelnen Arten regional sehr große Unterschiede gibt. Der Jungtieranteil unter den gefundenen Fledermäusen betrug 45,3 %. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass Jungtiere nicht als unerfahren einzuschätzen sind. Mit einem Anteil von 52,1 % ist eine geringfügig höhere Gefährdung der ♂♂ durch WEA erkennbar. Es wird auf einen Mangel an standardisierten Kontrollen von Windparks auf Schlagopfer hingewiesen.

Summary

The federal data base for documentation of bat casualities at wind turbines – review on 5 years of data collection

The actual federal data base gives 697 findings of bat casualities out of 15 bat species. The precise date of finding is available for 469 bats and of those, the proximal time of death was determined 219 animals. During spring migra-

tion (mid April to mid of May) only 4.6 % of all casualities were registered, but 90.9 % during the time of roost search, courtship and migration (mid July to beginning of October). Most casualities (79.8 %) date from the years 2004-06. Until now 13 federal countries have reported bat casualities at wind turbines. Of those, 80.9 % are *Nyctalus noctula*, *Pipistrellus pipistrellus* and *P. nathusii*, but with great differences according to regions. The amounts of immature bats is 45.3 %. Thus it can be concluded that young bats cannot be judged as unexperienced. With 52.1 %, the males are slightly higher endangered by wind turbines. Standardised methods to check wind parks for bat casualities are still lacking.

Schrifttum

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 Univ. Erlangen-Nürnberg. Erlangen (38 pp.).

-, & - (2006): Gutachten zur Beeinträchtigung im freien Luftraum jagender und ziehender Fledermäuse durch bestehende Windkraftanlagen. Wirkungskontrolle zum Windpark „Roßkopf" (Freiburg i. Br.) im Jahr 2005. Unveröff. Gutachten Univ. Erlangen-Nürnberg. Erlangen (38 pp.).

BENGSCH, S. (2006): Fledermäuse im Konflikt mit der Windenergie. Kollisionsopfer an Windenergieanlagen der Nauener Platte in Brandenburg. Studienjahresarbeit. HU Berlin (54 pp.).

BRINKMANN, R. (2006): Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg. Bericht i. A. Regierungspräsidium Freiburg. Stiftung Naturschutz Fonds Baden-Württemberg [Nr. 0410 L] (66 pp.).

DÜRR, T. (201): Fledermäuse als Opfer von Windkraftanlagen. Natursch. u. Landschaftspfl. in Brandenburg **10**(4), 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. z. Vogelkd. **7** (Themenheft), 253-265.

SEICHE, K. (2007): Fledermausverluste an Windkraftanlagen in Sachsen. Vortrag zur **8.** Fachtagung der BAG Fledermausschutz im NABU an der TU Dresden.

TRAPP, H., FABIAN, D., FÖRSTER, F., & ZINKE, O. (2002): Fledermausverluste in einem Windpark in der Oberlausitz. Naturschutzarb. in Sachsen **44**, 53-56.

TOBIAS DÜRR, Landesumweltamt Brandenburg - Ref. Ö2 / Staatliche Vogelschutzwarte, Buckower Dorfstraße 34, D-14715 Nennhausen OT Buckow; E-Mail: tobias.duerr@lua.brandenburg.de

Nyctalus (N.F.), Berlin **12** (2007), Heft 2-3, S. 115-127

Akustisches Monitoring im Rotorbereich von Windenergieanlagen und methodische Probleme beim Nachweis von Fledermaus-Schlagopfern - Ergebnisse aus Untersuchungen im mittleren und südlichen Schwarzwald

Von Oliver Behr, Daniela Eder, Ulrich Marckmann, Holger Mette-Christ, Nadine Reisinger, Volker Runkel und Otto von Helversen, Erlangen

Mit 4 Abbildungen

1 Einleitung

Obwohl Auswirkungen von WEA auf Fledermäuse bereits seit einigen Jahren auch in der BRD diskutiert und nachgewiesen wurden (Übersicht in Brinkmann 2004, Dürr & Bach 2004, Hötker et al. 2004), ist die diesbezügliche Informationslage nach wie vor als unbefriedigend anzusehen. Dies gilt sowohl aus naturschutzfachlicher Sicht als auch für die Betreiber von WEA, denen an Planungssicherheit gelegen ist. Insbesondere zu möglichen Lösungsstrategien an potenziell konfliktträchtigen WEA-Standorten wurden bislang kaum Ergebnisse aus Feldstudien publiziert.

Wir stellen hier drei Fallstudien an WEA-Standorten im mittleren und südlichen Schwarzwald vor. Im Rahmen der Untersuchungen wurde erstmals ein akustisches Monitoring der Aktivität von Fledermäusen im Rotorbereich der WEA durchgeführt. Damit konnte der in früheren Publikationen (z. B. Hensen 2004) vermutete Zusammenhang der Fledermausaktivität mit meteorologischen Parametern überprüft werden. Hieraus ergaben sich Ansätze zur Konfliktentschärfung an den untersuchten Standorten.

Die potenzielle Beeinträchtigung von Fledermäusen durch Windenergieanlagen (WEA) gliedert sich vorwiegend in zwei Konfliktfelder (Übersicht in Bach & Rahmel 2004):

1. Abwertung des Lebensraums im Einflussgebiet der WEA durch bauliche Veränderungen und optische bzw. akustische Beeinträchtigungen.
2. Fledermausschlag durch physische Einwirkung der Rotoren auf die Tiere.

Der zweitgenannte Punkt scheint zum derzeitigen Kenntnisstand der bei weitem problematischere und für Planungs- und Naturschutzbelange relevantere zu sein (siehe hierzu auch Bach & Rahmel 2004, Brinkmann 2006) und stand im Zentrum der hier dargestellten Untersuchungen.

Das Gefährdungspotenzial durch Rotorschlag an WEA wird für einzelne Fledermausarten häufig hinsichtlich des Jagd- bzw. Zugverhaltens differenziert (Rahmel et al. 1999, Bach 2001, Dürr 2002). Als besonders gefährdet werden hoch und schnell fliegende Arten eingestuft, die bevorzugt im freien Luftraum jagen oder ziehen (Großer Abendsegler, *Nyctalus noctula*, Kleiner Abendsegler, *N. leisleri*, Nordfledermaus, *Eptesicus nilssonii*, Zweifarbfledermaus, *Vespertilio murinus*). Die Periode des Herbstzuges von August bis Oktober wird häufig als besonders problematisch angesehen. Darüber hinaus gehende Hinweise zur Gefährdungslage der einzelnen Arten ergeben sich aus der Anzahl von Kadavern, die bei Nachsuchen unter WEA gefunden werden (z. B. Dürr & Bach 2004).

Totfundnachsuchen sind jedoch mit methodischen Problemen hinsichtlich der Nachweisbarkeit von Schlagopfern behaftet. So können Nachsuchen unter WEA bei Fledermäusen zu einer völlig unrealistischen Einschätzung der Zahl tatsächlich vorhandener Kadaver führen (z. B. Kerns 2004, Kerns et al. 2005, Brinkmann et al. 2006 b). Hierfür sind hauptsächlich

drei Faktoren verantwortlich: Der Schwund von Kadavern von den Flächen, das Übersehen von Kadavern bei der Nachsuche und die Tatsache, dass häufig nicht die gesamte in Betracht kommende Fläche unter den Anlagen absuchbar ist. Im Extremfall können die genannten Faktoren dazu führen, dass aussagekräftige Daten aus Totfunden auch mit sehr hohem Aufwand kaum zu erzielen sind (s. Niermann et al., Seiche et al. i. ds. Heft).

Als weiterer Nachteil von Totfundnachsuchen ist zu sehen, dass sie bestenfalls täglich und in der Regel in größerem zeitlichen Abstand durchgeführt werden. Sie ermöglichen daher keine differenzierten Aussagen zum Aktivitätsmuster von Fledermäusen im Rotorbereich von WEA. Fragen zu Aktivitätsschwerpunkten im Nachtverlauf, zum Verhalten im Rotorbereich oder zum Einfluss meteorologischer Parameter auf die Aktivität können mit diesem methodischen Ansatz daher kaum beantwortet werden.

Demgegenüber ermöglicht ein akustisches Monitoring die zeitlich genaue Erfassung der Echoortungsaktivität von Fledermäusen im Rotorbereich von WEA. Dies gestattet eine differenzierte Beschreibung des Gefährdungspotenzials auf Artniveau, Rückschlüsse auf das Verhalten von Fledermäusen im Rotorbereich und die Korrelation der Aktivität mit Wind- und anderen Witterungsparametern. Solche Informationen können dazu beitragen, die Standortauswahl und den Betrieb von WEA „fledermausverträglich" zu gestalten (Kunz et al. 2007). Bestehende Interessenkonflikte zwischen Artenschutzbelangen und dem notwendigen Ausbau regenerativer Energien können damit entschärft werden.

Problematisch für ein akustisches Monitoring könnte sich die in der Literatur (z. B. Bach 2001) diskutierte Möglichkeit erweisen, dass Fledermäuse auf Transferflügen die Echoortung eventuell ganz oder zum Teil einstellen. Ob und in welchem Umfang ein solches Phänomen auftritt, wurde jedoch bislang nicht untersucht.

Die Möglichkeit eines akustischen Monitorings wurde in jüngerer Zeit auch von einer anderen Arbeitsgruppe in Deutschland untersucht (Adorf et al. 2006). Darüber hinaus gibt es Untersuchungen in Europa und den USA, die die Aktivität von Fledermäusen an der WEA-Gondel durch wärmeoptische Erfassungsmethoden quantifiziert haben (Desholm 2003, Horn & Arnett 2005, Brinkmann et al. 2006 a, Brinkmann et al. 2006 b).

Wir stellen hier die Ergebnisse aus fledermauskundlichen Untersuchungen an drei Windenergiestandorten im mittleren und südlichen Schwarzwald vor. Die Studien waren gutachterlicher Bestandteil des behördlichen Genehmigungsprozesses für die Standorte und wurden vom Betreiber der Anlagen (regiowind GmbH, Freiburg) in Auftrag gegeben. Über ein beziehungsweise zwei Jahre wurden die Auswirkungen der bereits bestehenden Anlagen auf die residente und migratorische Fledermauspopulation untersucht.

Der vom Auftraggeber der Untersuchungen zur Veröffentlichung freigegebene und hier dargestellte Teil der Untersuchungen umfasst das akustische Monitoring der Fledermausaktivität, nicht jedoch die Ergebnisse der zeitgleich durchgeführten Totfundnachsuchen unter den Anlagen.

Im Rahmen der Untersuchungen konnten wir erstmals eine akustische Aktivitätserfassung von Fledermäusen im Rotorbereich von WEA durchführen. Im Folgenden werden schwerpunktmäßig das dabei registrierte Artenspektrum, akustisch nachgewiesene Verhaltensaspekte und die Korrelation der Fledermausaktivität mit der Windgeschwindigkeit dargestellt. Diese Aspekte sind für die artenschutzfachliche Beurteilung geplanter WEA-Standorte einerseits und für den „fledermausverträglichen" Betrieb bestehender Anlagen andererseits von Bedeutung.

2 Methoden und Untersuchungsgebiet

2.1 Windenergieanlagen-Standorte

Die drei Studien wurden an den WEA-Standorten Kempfenbühl/Schlossbühl südöstlich von Lahr im mittleren Schwarzwald (7° 54' 2" O, 48° 17' 58" N), Rosskopf bei Freiburg i. Br. im südlichen Schwarzwald (7° 54' 10" O, 48° 00' 39" N) und Ittenschwander

Tabelle 1. Zeiträume der Datenerfassung und WEA-Spezifikationen für die drei Untersuchungsstandorte im mittleren und südlichen Schwarzwald (in Klammern Untersuchungszeiträume ohne akustisches Monitoring).

			Windenergieanlagen					
Standort	Höhe ü. NN am Mastfuß	Untersuchungs-zeitraum	n	Typ	Naben-höhe	Rotor-durchmesser	Gesamt-höhe	Nenn-leistung
Lahr	430 m	Sept. - Okt. 2004[1] (Juli) Aug. - Okt. 2005	3	Nordex S 77	90 m	77 m	128 m	1,5 MW
Freiburg	737 m	Aug. - Okt. 2004 (Mai - Okt. 2005)	4	Enercon E-66	98 m	70 m	133 m	1,8 MW
Fröhnd	1000 m	Sept. - Okt. 2005	2	Enercon E-66	85 m	70 m	121 m	2,0 MW

[1] Voruntersuchung vor dem Bau der WEA

Horn bei Fröhnd ebenfalls im südlichen Schwarzwald (7° 51' 24" O, 47° 45' 51" N) jeweils ab dem ersten Betriebsjahr (in Lahr bereits ein Jahr vor dem Bau der Anlagen) durchgeführt.

Die Kuppen des Kempfenbühl und Schlossbühl bei Lahr und der Rosskopf bei Freiburg gehören zur ersten Kette des Schwarzwaldaufschwungs östlich der Rheinebene. Beide Untersuchungsgebiete waren bis vor etwa sechs Jahren fast vollständig von Wald mit einem hohen Fichtenanteil bedeckt. Vor allem durch den Sturm „Lothar" entstanden jedoch große Windwurfflächen, die sich jetzt in Waldsukzession befinden und überwiegend mit Brombeeren bewachsen sind. Der dritte Standort Ittenschwander Horn bei Fröhnd befindet sich im südlichen Hochschwarzwald und ist überwiegend mit Tannen-Buchenwald bewachsen.

2.2 Akustische Aktivitätserfassung

Zur akustischen Registrierung der Fledermausaktivität verwendeten wir „Batcorder", die am Institut für Zoologie der Universität Erlangen entwickelt wurden. Bei diesen digitalen „Horchkisten" werden Fledermausrufe automatisiert und in hoher Qualität aufgezeichnet (500 kSamples/s, 16bit Amplitudenauflösung). Echoortungsrufe oder ähnliche Signale werden durch einen Trigger-Algorithmus in Echtzeit erkannt und mit Informationen zu Aufnahmeort und -zeit gespeichert. Durch den Einsatz mehrerer Batcorder konnte die Fledermausaktivität an verschiedenen Standorten simultan gemessen werden.

Je Untersuchungsmonat und Standort wurden (zwei bis) vier Batcorder in vier aufeinander folgenden Nächten eingesetzt. Dabei wurden Untersuchungszeiträume mit Wetterlagen gewählt, die durch ausreichend hohe Temperatur und wenig bis keinen Niederschlag Fledermausaktivität erwarten ließen.

Die Batcorder wurden gleichzeitig auf der Gondel (dem Gehäuse, das die Rotornabe umschließt) der in Betrieb befindlichen WEA und an wechselnden Standorten am Boden im Bereich der WEA eingesetzt. Die Batcorder auf den WEA wurden im Inneren der Gondel installiert, das Mikrofon und der Vorverstärker durch eine Luke nach außen geführt und über (Freiburg und Fröhnd) oder unter (Lahr) der Gondel fixiert. Beim Betrieb am Boden befand sich das Mikrofon am Ende einer Stange in etwa zwei Metern Höhe. Am Standort Freiburg bestand zusätzlich die Möglichkeit, die Fledermausaktivität auf der Plattform eines Aussichtsturms in 34 m Höhe (etwa 8 m Höhe über den umgebenden Baumkronen) im Abstand von 90 m zur nächstgelegenen WEA zu erfassen.

Die Erfassungsreichweite für Ortungsrufe wird neben klimatischen Faktoren in erster Linie vom Schalldruckpegel und der Frequenz des ausgesandten Fledermausrufes bestimmt. Beide Rufcharakteristika sind in erster Linie von der Fledermausart, aber auch von der Rufsituation und -richtung abhängig. In Abb. 1 sind rechnerisch ermittelte typische Detektionsreichweiten für Großen und Kleinen Abendsegler, *N. noctula* und *N. leisleri* (18 kHz), Zwergfledermaus und Rauhautfledermaus, *P. pipistrellus* und *P. nathusii* (42 kHz), und Mückenfledermaus, *P. pygmaeus* (55 kHz), dargestellt (im freien Luftraum um die WEA-Gondel liegt die Ruffre-

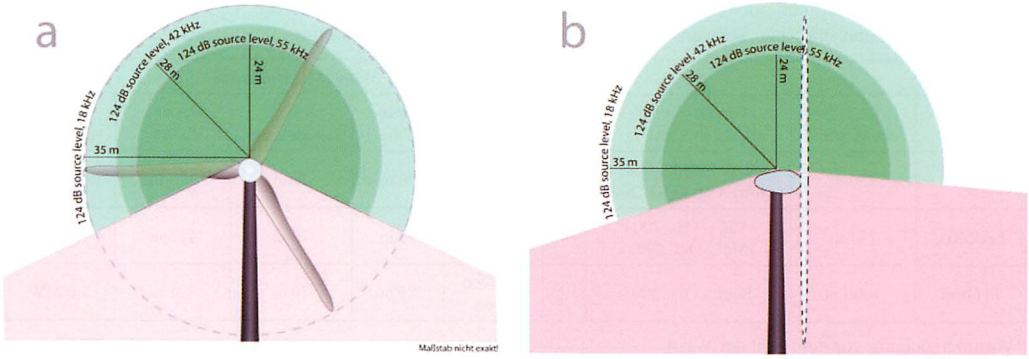


Abb. 1. Erfassungsbereich der Batcorder auf den WEA und Auswirkung des Schallschattens der Gondel auf den akustisch überwachten Bereich von frontal (a) und lateral (b). In den Abbildungen sind außerdem die Detektionsreichweiten für verschiedene Fledermausarten eingetragen (70 % Luftfeuchte, 10° C, Erfassungsschwelle 5 % der Maximalamplitude). Die angenommene Ruflautstärke von 124 dB SPL in 10 cm Abstand liegt etwas unter dem bekannten Maximum für die einzelnen Arten (Holderied & von Helversen 2003).

quenz in der Regel an der unteren Grenze der arttypischen Variationsbreite). Im Falle des Abendseglers kann theoretisch der gesamte Rotorradius durch das akustische Monitoring abgedeckt werden. Bei den kleineren Arten mit entsprechend höheren Ruffrequenzen und leiseren Rufen reduziert sich der Erfassungsbereich entsprechend. Zusätzlich wird der Erfassungsbereich durch den Schallschatten der WEA-Gondel eingeschränkt (rötlich markierter Bereich in Abb. 1).

Die Batcorder konnten teilweise nicht über die gesamte Nacht betrieben werden, da in einigen Fällen die Spannung der verwendeten Stromquelle nach ca. 7 bis 11 Stunden Laufzeit einbrach. Des Weiteren führten in seltenen Fällen elektromagnetische Störungen bei Starkwind (über 15 ms^{-1}) zu einem Ausfall der Aufnahmegeräte auf den WEA. Bei der Auswertung der Daten wurde für die Laufzeiten entsprechend korrigiert.

Beim Betrieb der Batcorder in der Gondel der WEA wurden sowohl akustische (kurz und geräuschhaft – „Knacksen“) als auch elektromagnetische (engbandig und konstantfrequent – „multiharmonisch“) Störsignale aufgezeichnet. Bei Windgeschwindigkeiten unter 12 ms^{-1} erwiesen sich jedoch beide Arten von Störungen hinsichtlich der Aufnahmeeigenschaften als unproblematisch. Die höchste Windgeschwindigkeit, bei der Fledermausaktivität verzeichnet wurde, lag mit 6,5 ms^{-1} weit unter diesem Wert. Es ist daher sehr unwahrscheinlich, dass Fledermausaktivität bei Windgeschwindigkeiten über 12 ms^{-1} auftrat und aufgrund von Störungen nicht von den Batcordern registriert wurde.

Die aufgezeichneten Rufsequenzen wurden automatisiert auf Gattungs- bzw. Artniveau analysiert (Programm bcAdmin). Detaillierte Analysen auf Artniveau erfolgten dann bei fraglichen Rufen gesondert und teilweise manuell (Programm bcAnalyse).

Die Ergebnisse aus der automatisierten akustischen Aktivitätserfassung am Boden wurden durch standardisierte Erfassungen mit einem Dehnungsdetektor und einer entsprechenden digitalen Aufnahmespeichertechnik überprüft und ergänzt. Zusätzlich wurde vor Sonnenuntergang und in der Dämmerung der Himmel optisch nach Fledermäusen, insbesondere Großen Abendseglern, *N. noctula,* abgesucht. Diese manuell gewonnenen Daten lieferten bezüglich des Artenspektrums keine weitergehenden Erkenntnisse, ergaben jedoch zum Teil zusätzliche Informationen zur funktionalen Raumnutzung des Untersuchungsgebiets durch Fledermäuse. Da im Rahmen dieses Artikels vor allem Ergebnisse der Aktivitätserfassung im Gondelbereich von Interesse sind, verzichten wir auf eine detaillierte Darstellung der Ergebnisse der optischen Beobachtungen und der Dehnungsdetektorerfassung.

Als Maß für die Nutzung des Luftraumes durch Fledermäuse verwenden wir die Aktivität als Quotient der Zahl registrierter Ortungsrufsequenzen und der Beobachtungsdauer.

3 Ergebnisse

3.1 Akustisches Monitoring - Datenumfang

Der Umfang der durch die automatisierte akustische Aktivitätserfassung mit Batcordern erfassten Datenmenge ist in Tab. 2 dargestellt. An allen Standorten konnten über 90 %, an zwei Standorten über 95 % der Sequenzen eindeutig einer Art zugeordnet werden. Teilweise war eine Bestimmung auf Gattungsniveau (v. a. *Myotis* und *Plecotus*), in seltenen Fällen nur als Fledermaus möglich. Für die Standorte Lahr und Freiburg liegen wesentlich mehr Daten, insbesondere zur Aktivität an der WEA-Gondel, als für den Standort Fröhnd vor. Daher beschränken sich einige der folgenden Analysen auf die beiden erstgenannten Standorte.

Tabelle 2. Ergebnisse der automatisierten akustischen Aktivitätserfassung mit Batcordern für die drei Untersuchungsstandorte (keine Unterscheidung innerhalb der Gattung *Plecotus* und zwischen den beiden Bartfledermaus-Arten, *Myotis brandtii* und *M. mystacinus*. Für die anderen Arten sind nur auf Artniveau bestimmbare Rufsequenzen berücksichtigt).

Standort	Aufnahmestunden		Registrierte Rufsequenzen		Anzahl Arten/Gattungen	
	Gondel	Gesamt	Gondel	Gesamt	Gondel	Gesamt
Lahr	133	1022	340	2088	3	12
Freiburg	125	618	228	2612	4	10
Fröhnd	120	240	68	392	3	5
Gesamt	**378**	**1880**	**636**	**5092**	**4**	**13**

Eine jahreszeitliche oder monatsweise Analyse der Fledermausaktivität war nur in sehr begrenztem Umfang möglich, da eventuell vorhandene jahreszeitliche Effekte durch Witterungseinflüsse stark überlagert wurden. Die erhobene Stichprobe von maximal vier Nächten pro Monat erlaubte es nicht, die Witterungseffekte zu korrigieren. Die vorliegenden Daten für die am häufigsten nachgewiesenen Arten Zwergfledermaus, *P. pipistrellus,* und Kleinabendsegler, *N. leisleri,* zeigen jedoch, dass Phasen hoher Aktivität am Boden und auch an der WEA-Gondel in allen Untersuchungsmonaten (Juli bis Oktober) auftraten.

Neben der Artbestimmung erlaubt das akustische Monitoring von Fledermäusen auch bis zu einem gewissen Grad Aussagen über das Verhalten der aufgenommenen Tiere. Nahrungssuche kann über *feeding-buzzes* nachgewiesen werden. *Feeding-buzzes* wurden in den hier dargestellten Untersuchungen am Boden und an der WEA-Gondel registriert. Zumindest einige der Tiere scheinen also im Rotorbereich Insekten gejagt zu haben. Neben Echoortungsrufen wurden bei Standorten am Boden auch Sozialrufe aufgezeichnet (z. B. „Triller" balzender Zwergfledermausmännchen, *P. pipistrellus*). Dieser Ruftyp trat an der WEA-Gondel nicht auf. Zum vermutlichen Schwärmverhalten an der WEA-Gondel siehe Abschnitt 3.1.3.

3.2 Artenspektrum

Alle Untersuchungsstandorte zeigen hinsichtlich des Artenspektrums und der relativen Häufigkeit der Arten große Ähnlichkeiten (Abb. 2). Dies galt insbesondere für die Aktivitätsnachweise an der WEA-Gondel, die sich an allen Standorten auf die drei Arten Zwergfledermaus, *P. pipistrellus*, Kleiner Abendsegler, *N. leisleri*, und Rauhautfledermaus, *P. nathusii*, in ähnlichen relativen Aktivitäten beschränkten. Ausnahme hiervon ist der Einzelnachweis einer Mückenfledermaus, *P. pygmaeus*, am Standort Freiburg.

Bei den absoluten Aktivitätswerten zeigen sich jedoch deutliche Unterschiede zwischen

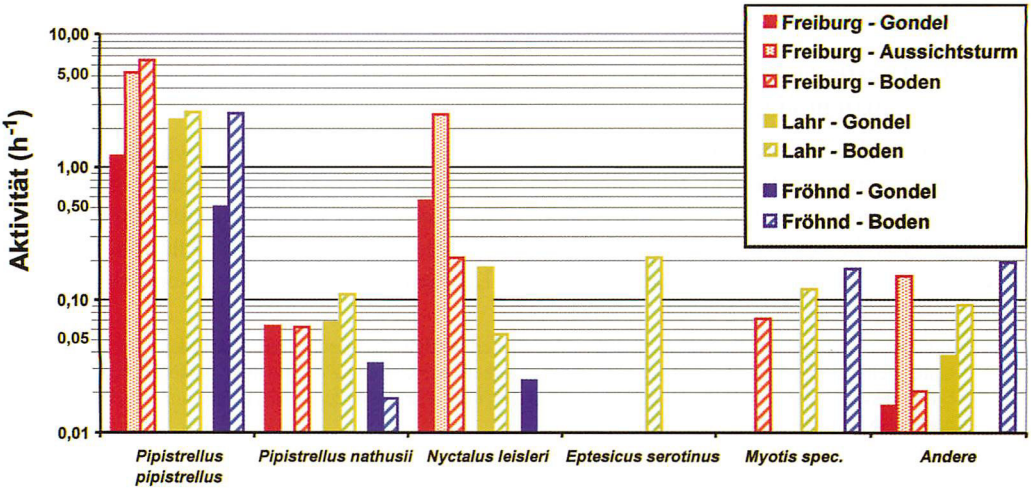


Abb. 2. Aktivität der mit Batcordern nachgewiesenen Fledermausarten an den drei Untersuchungsstandorten Freiburg (rot), Lahr (grün) und Fröhnd (blau) am Boden (gefüllt) und an der WEA-Gondel (schraffiert) - Ordinate logarithmusskaliert. 158 ± 86 Aufnahmestunden (min 97, max 309) für jeden der sieben unterschiedenen Standorttypen.

den Untersuchungsstandorten. In Freiburg lag die Aktivität insgesamt am höchsten, gefolgt von Lahr (Abb. 2). Die niedrigste Artenzahl und Aktivität ergab sich am Standort Fröhnd (siehe auch Tab. 2). Wegen der hieraus resultierenden geringen Stichprobe ist dieser Standort bei einigen der folgenden Analysen nicht weiter berücksichtigt.

Die Zwergfledermaus, *P. pipistrellus*, war die am häufigsten registrierte Art (Abb. 2). Die zweite Art, die in größerer Zahl nachgewiesen wurde, war der Kleine Abendsegler, *N. leisleri*. Dies galt für alle Untersuchungsstandorte. Regelmäßig, jedoch wesentlich seltener registriert wurde die Rauhautfledermaus, *P. nathusii*. *P. pipistrellus* und *P. nathusii* wurden am Boden häufiger nachgewiesen als auf dem Aussichtsturm oder an der WEA-Gondel. Für *N. leisleri* zeigte sich umgekehrt eine höhere Aktivität an der WEA-Gondel als am Boden und damit eine Bevorzugung höherer Luftschichten.

Arten der Gattungen *Myotis* (*M. nattereri, M. brandtii / mystacinus, M. myotis, M. bechsteinii, M. daubentonii*) und *Plecotus* (Arten nicht unterschieden) traten regelmäßig und an allen Standorten, jedoch nur am Boden und meist in unmittelbarer Nachbarschaft zum Wald auf. Die Breitflügelfledermaus, *E. serotinus*, wurde nur in Lahr in wenigen Nächten an einem Standort am Boden nachgewiesen. Zu dieser Zeit fand kein akustisches Monitoring auf Gondelhöhe statt.

Die restlichen Arten sind mehr oder weniger als Einzelnachweise anzusehen. Interessant ist das seltene Auftreten des Großen Abendseglers, *N. noctula* (in Freiburg nur am Aussichtsturm mit 0,14 h^{-1}; in Lahr Einzelnachweise mit Batcorder und mit Dehnungsdetektor; in Fröhnd keine Registrierung).

3.3 Verteilung der Aktivität während der Nacht

Abb. 3 zeigt die Fledermausaktivität (nicht differenziert nach Arten) am Boden und an der Gondel für die Standorte Lahr und Freiburg. Alle Standorte zeigten einen insgesamt typischen Verlauf der Aktivität mit einem Maximum zu Beginn der Nacht, einer folgenden Abnahme und einem mehr oder weniger deutlichen erneuten Anstieg der Aktivität vor Sonnenaufgang.

Die Aktivität an der WEA-Gondel lag im ersten Intervall verhältnismäßig niedrig und setzte damit später ein als am Boden. Die Tiere scheinen also die höheren Luftschichten bevorzugt, später, eventuell erst bei völliger Dunkelheit, genutzt zu haben.

Insgesamt war die Aktivität an der Gondel

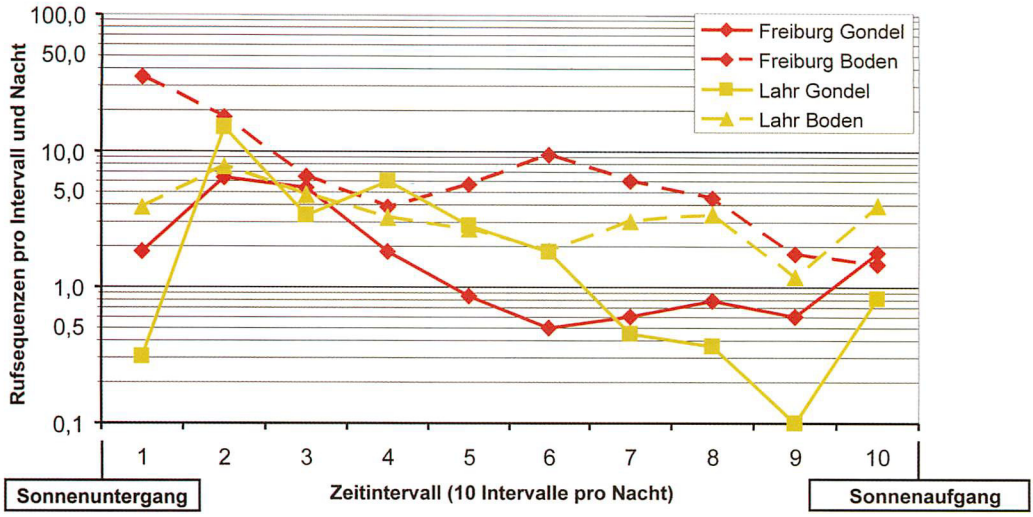


Abb. 3. Anzahl aller an der WEA-Gondel und am Boden registrierter Ortungsrufsequenzen je Nachtintervall und Nacht (Standort Freiburg 2004 und Lahr 2005 – Ordinate logarithmusskaliert). Ein Zeitintervall entspricht jeweils einem Zehntel der Untersuchungsnacht. Intervalllänge zwischen 50 und 84 min. Daten gemittelt pro Intervall für Freiburg Gondel und Boden: 10 bis 12 Nächte, Lahr Gondel: 10 bis 11 Nächte, Lahr Boden: 22 bis 29 Nächte.

deutlich niedriger als die am Boden registrierte. Eine bedeutsame Ausnahme hiervon bildet die hohe Aktivität an der WEA-Gondel am Standort Lahr während der Intervalle 2 bis 4. Dieses Maximum resultierte überwiegend aus einer extrem hohen Fledermausaktivität in den ersten Stunden einer einzigen Nacht (220 Registrierungen von 21.00 bis 23.00 Uhr). Es handelte sich hierbei vermutlich um „Schwärmverhalten" einer Gruppe von Zwergfledermäusen, *Pipistrellus pipistrellus*, während einer Schwachwindnacht (meist mehrere Tiere gleichzeitig auf einer Aufnahme verzeichnet). Gleichzeitig wurden einige Ortungsrufsequenzen der Rauhautfledermaus, *Pipistrellus nathusii*, und des Kleinen Abendseglers, *Nyctalus leisleri*, registriert.

3.4 Aktivität an der WEA-Gondel und Windgeschwindigkeit

Dank der hohen zeitlichen Auflösung der Batcorder-Daten war es möglich, den Fledermausaufnahmen an der WEA-Gondel die im Moment der Registrierung herrschende Windgeschwindigkeit zuzuordnen. Die über 10-min-Intervalle gemittelten Windgeschwindigkeitsdaten wurden freundlicherweise vom Betreiber zur Verfügung gestellt. Abb. 4 zeigt die Windgeschwindigkeitsverteilung von 10-min-Intervallen mit und ohne Fledermausbeobachtung für den Standort Freiburg (Jahr 2004). In Freiburg wurden an der WEA-Gondel 27 Sequenzen mit Zwergfledermäusen, *P. pipistrellus*, 17 mit Kleinabendseglern, *N. leisleri*, und eine Sequenz mit einer Mückenfledermaus, *P. pygmaeus*, aufgezeichnet. Wegen des geringen Stichprobenumfangs sind die Ergebnisse im Folgenden nicht für einzelne Arten aufgeschlüsselt.

Es wurden signifikant mehr Fledermäuse bei niedrigen als bei hohen Windgeschwindigkeiten registriert (der Median der Windgeschwindigkeit lag signifikant niedriger für 10-min-Intervalle mit Fledermausregistrierung als für solche ohne Fledermausregistrierung - Mann-Whitney-U Test; $U = 4300$; $n = 771$; $p < 0{,}0001$). 93 % der Intervalle mit Fledermausregistrierung lagen unter 5 ms^{-1} mittlerer Windgeschwindigkeit (drei Registrierungen über 5 ms^{-1}, alle *N. leisleri*), während nur 58 % der Intervalle ohne Fledermausregistrierung in diesen Bereich fielen. Die höchste Windgeschwindigkeit, bei der eine Fledermaus registriert wurde, betrug 6,5 ms^{-1}.

Im Falle einer Konzentrierung der Fledermausaktivität auf niedrige Windgeschwindigkeiten eröffnet sich die Möglichkeit, das Kol-

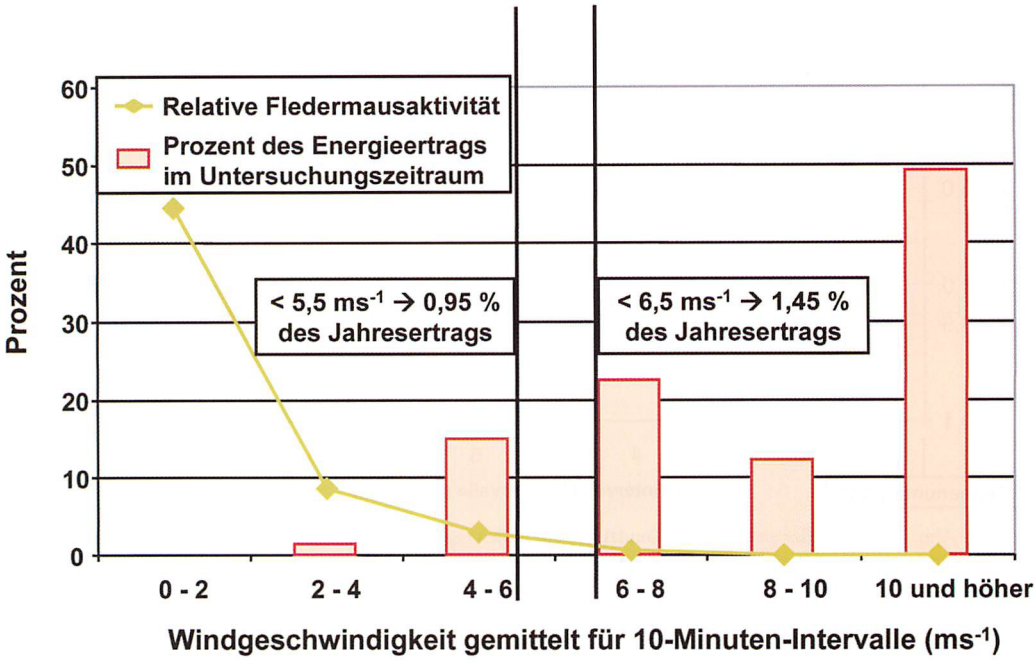


Abb. 4. Fledermausaktivität an der WEA-Gondel und Ertrag in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit. Gezeigt ist der Energieertrag und die Fledermausaktivität während der Untersuchungszeiten in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit (gemittelt für 10-min-Intervalle). Die relative Aktivität ist angegeben als prozentualer Anteil von 10-min-Intervallen mit Fledermausaktivität von insgesamt untersuchten 10-min-Intervallen pro Windgeschwindigkeitsklasse (n = 770 insgesamt mit Batcordern untersuchte 10-min-Intervalle, davon 46 Intervalle mit Fledermausregistrierung). Senkrechte Striche markieren mögliche „fledermausverträgliche" Anlaufgeschwindigkeiten der WEA von 5,5 oder 6,5 ms^{-1}. Die Boxen geben jeweils die auf den Gesamt-Jahresertrag bezogenen Einbußen für die vorgeschlagenen Anlaufgeschwindigkeiten (höhere Anlaufgeschwindigkeiten von Anfang Juli bis Ende September, nur nachts - Standort Freiburg im Jahr 2004) an.

lisionsrisiko von Fledermäusen mit dem Rotor zu minimieren, indem dieser bei niedrigen Windgeschwindigkeiten still gestellt wird. Abb. 4 zeigt dies am Beispiel der Anlagen in Freiburg. Angegeben ist die aus der höheren Anlaufgeschwindigkeit resultierende Ertragseinbuße.

Auch die wenigen vom Standort Fröhnd aus dem Jahr 2005 vorliegenden Daten (18 Registrierungen auf Gondelhöhe der Arten *P. pipistrellus*, *P. nathusii* und *N. leisleri* – letzterer nur an der WEA-Gondel, nicht am Boden nachgewiesen) wurden hinsichtlich eines möglichen Zusammenhangs von Windgeschwindigkeit und Fledermausaktivität auf Gondelhöhe analysiert. Die Aktivität konzentrierte sich auch hier auf niedrige (0 bis 5,5 ms^{-1}) Windgeschwindigkeiten. Sämtliche Ortungsrufsequenzen wurden bei Windgeschwindigkeiten unter 6 ms^{-1} registriert.

Dieses Ergebnis ist allerdings nur wenig aussagekräftig, da im Untersuchungszeitraum fast keine höheren Windgeschwindigkeiten auftraten.

Auch am Standort Lahr (Jahr 2005) konzentrierte sich die registrierte Fledermausaktivität auf 10-min-Intervalle mit niedrigen Windgeschwindigkeiten (319 Registrierungen auf Gondelhöhe der Arten *P. pipistrellus*, *P. nathusii* und *N. leisleri*). Abgesehen von vier Registrierungen bei 6 bzw. 6,2 ms^{-1} (*Pipistrellus pipistrellus* und *P. nathusii*) lag die gesamte Fledermausaktivität bei Windgeschwindigkeiten von maximal 3 ms^{-1}. Hierbei ist jedoch anzumerken, dass sich der größte Teil der nachgewiesenen Aktivität auf nur eine Schwachwind-Nacht mit einem vermutlichen Schwärmereignis der Zwergfledermaus an einer Anlage konzentrierte.

4 Diskussion

Für das akustische Monitoring der Fledermausaktivität erwiesen sich die Batcorder als geeignete Aufnahmetechnik. Sie waren dem manuellen Monitoring vor allem bei der Artansprache und hinsichtlich der resultierenden Datenmenge überlegen. Besonders der Einsatz von Batcordern an der WEA-Gondel war nützlich zur Beantwortung zentraler Fragestellungen. Das manuelle Detektormonitoring zeigte dagegen Vorteile bei der Erfassung der funktionalen Raumnutzung des Untersuchungsgebiets durch Fledermäuse.

4.1 Artenspektrum, Höhenstratifizierung und Kollisionsrisiko

Die vier Arten Zwergfledermaus, *P. pipistrellus*, Kleinabendsegler, *N. leisleri*, Rauhautfledermaus, *P. nathusii*, und Mückenfledermaus, *P. pygmaeus*, wurden akustisch an der WEA-Gondel nachgewiesen und sind damit an den von uns untersuchten Standorten als potenziell gefährdet durch Kollisionen mit WEA-Rotoren anzusehen.

P. pipistrellus war insgesamt die am häufigsten nachgewiesene Art und trat öfter am Boden auf als am Aussichtsturm oder an der WEA-Gondel. Für die zweithäufigste Art, *N. leisleri*, zeigte sich umgekehrt eine Bevorzugung höherer Luftschichten. Dieses Ergebnis deckt sich gut mit dem, was über die Nahrungsökologie dieser beiden Arten bekannt ist: *N. leisleri* gilt als Jäger im freien Luftraum, während für *P. pipistrellus* eine stärkere Strukturgebundenheit angenommen wird (Gebhard 1997).

Bedeutsam ist, dass *P. pipistrellus* auch in 100 m Höhe an der WEA-Gondel in größerer Zahl nachgewiesen wurde. Teilweise war hier auch Jagdverhalten (*feeding-buzzes*) festzustellen. Auch das Absuchen der WEA durch diese Art nach geeigneten Quartieren, z. B. als Schwärmverhalten, wurde am Standort Lahr nachgewiesen. Entgegen früherer Annahmen (Brinkmann 2004), scheint also die Zwergfledermaus den von den Rotoren überstrichenen Raum nicht nur auf längeren Transferflügen zu durchqueren. Dies wurde auch durch eine weitere in Südwestdeutschland durchgeführte Untersuchung bestätigt (Brinkmann et al. 2006 b). Auch *N. leisleri* war auf Gondelhöhe regelmäßig anzutreffen.

Arten der Gattungen *Plecotus* und *Myotis* (unter anderem Großes Mausohr, *M. myotis*, und Bechsteinfledermaus, *M. bechsteinii* - Anhang II der FFH-Richtlinie) wurden ausschließlich am Boden nachgewiesen und traten überwiegend in der Nähe größerer geschlossener Waldflächen auf. Dies steht ebenfalls in Übereinstimmung mit der strukturgebundenen oder bodennahen Nahrungssuche dieser Artengruppe (Gebhard 1997, Arlettaz 1999, Marckmann pers. Mittlg.). Für die Arten dieser Gattung ergab sich also in unseren Untersuchungen keine Gefährdung durch Kollisionen mit den WEA-Rotoren (siehe hierzu auch Rahmel et al. 1999, Brinkmann 2004).

Bemerkenswert war das seltene Auftreten des Großen Abendseglers, *N. noctula*, im Untersuchungsgebiet. Diese Art gilt, wo sie vorkommt, als stark gefährdet durch WEA. Außergewöhnlich auch der Nachweis einer Mückenfledermaus, *P. pygmaeus*, am Freiburger Standort (737 m NN) an der WEA-Gondel.

4.2 Aktivitätsunterschiede zwischen Standorten

Innerhalb der einzelnen Untersuchungsstandorte zeigten sich relativ geringe Unterschiede bei der an verschiedenen Standorten am Boden registrierten Aktivität einerseits und der Aktivität an den Gondeln verschiedener WEA andererseits. Deutliche Unterschiede resultierten dagegen beim Vergleich der Aktivitäten am Boden und an der WEA-Gondel (s. Pkt. 4.1.1) und zwischen verschiedenen Untersuchungsstandorten.

Die hohe Aktivität von Zwergfledermäusen, *P. pipistrellus*, am Standort Rosskopf bei Freiburg steht wahrscheinlich in Zusammenhang mit der geringen Distanz (4,1 km Luftlinie) zur Stadt Freiburg und zum Freiburger Münster. Das Münster ist ein wenigstens seit der Mitte des 19. Jahrhunderts bekanntes traditionelles Massenüberwinterungsquartier der

Zwergfledermaus, *P. pipistrellus*, dessen Einzugsgebiet im südlichen Schwarzwald vermutet wird (von Helversen et al. 1987). Der Standort Rosskopf ist für die in Freiburg angesiedelte Population von Zwergfledermäusen als potenzielles Jagdhabitat anzusehen.

Für den Kleinabendsegler, *N. leisleri*, sind vom Rosskopf und anderen Bereichen der Schwarzwald-Vorbergzone Paarungsquartiere in Nistkästen bekannt (Brinkmann, pers. Mitteilung). Die Art wurde entsprechend regelmäßig akustisch nachgewiesen, wobei sich für die Standorte Lahr und Freiburg vergleichbare Aktivitäten ergaben.

Die Rauhautfledermaus, *P. nathusii*, wurde fast ausschließlich am Standort Lahr nachgewiesen. Dies könnte in der größeren Höhe der beiden anderen Standorte begründet sein, da angenommen wird, dass sich diese Art bevorzugt in den tieferen und klimatisch begünstigten Lagen, wie z. B. den Rheinauen aufhält (von Helversen et al. 1987, Brinkmann 2004).

Am Standort Fröhnd wurden nur fünf Arten mit relativ niedrigen Aktivitäten nachgewiesen. Dies könnte jedoch in erster Linie auf die sehr beschränkte Datengrundlage zurückzuführen sein, insbesondere auf den spät im Jahr liegenden Untersuchungszeitraum.

4.3 Windgeschwindigkeit und Aktivität an der WEA-Gondel

Sowohl aus Sicht des Artenschutzes als auch aus Sicht der Betreiber von Windenergieanlagen kann es nur wünschenswert sein, Faktoren herauszufiltern, die es ermöglichen, die Gefährdung von Fledermäusen an WEA zeitlich und räumlich vorherzusagen. Basierend auf solchen Faktoren können dann Maßnahmen getroffen werden, die einerseits ein Maximum der Belange des Artenschutzes abdecken, und andererseits zu einer minimalen ökonomischen Beeinträchtigung beim Betrieb von WEA führen. Die Daten der vorliegenden Untersuchung bieten Informationen zu zwei Faktoren, die eine zeitliche Eingrenzung der Gefährdung von Fledermäusen an den WEA erlauben.

Der erste Faktor ist der Jahreszyklus, der sich sowohl über das vorhandene Insektenangebot als auch über das Reproduktions- und Winterschlafverhalten von Fledermäusen auf deren Gefährdung durch WEA auswirken kann. Unsere Ergebnisse zeigen hier, dass sich entgegen früherer Annahmen (z. B. Trapp et al. 2002, Brinkmann 2004) die problematischste Periode im Jahreszyklus nicht notwendigerweise auf den Herbstzug beschränkt, sondern bereits im Zeitraum nach Verlassen der Wochenstuben im Sommer beginnen kann (siehe hierzu auch Rahmel et al. 2004). Dies legt auch eine andere Untersuchung nahe, die im Jahr 2004 in Südwestdeutschland durchgeführt wurde (Brinkmann et al. 2006 b).

Der zweite Faktor ist der nachgewiesene Zusammenhang von Windgeschwindigkeit und Fledermausaktivität auf Höhe der WEA-Gondeln. Sämtliche Rufsequenzen an den Gondeln wurden bei Windgeschwindigkeiten unter 6,5 ms^{-1} aufgezeichnet. Aus diesem Ergebnis wurde für die untersuchten Standorte der Vorschlag abgeleitet, das Kollisionsrisiko von Fledermäusen an WEA durch einen Abschaltalgorithmus zu minimieren, der die Rotoren bei niedrigen Windgeschwindigkeiten (z. B. unter 5,5 ms^{-1}) zum Stillstand bringt (normale Anlaufwindgeschwindigkeit der Anlagen 2,5 bzw. 3 ms^{-1}). Ergebnisse aus dem Jahr 2005 scheinen eine Wirksamkeit eines solchen Algorithmus für den Standort Freiburg zu belegen. In einer in den USA durchgeführten Studie wurde ebenfalls eine Abnahme der Zahl registrierter Totfunde bei höheren Windgeschwindigkeiten über 6 ms^{-1} nachgewiesen (Kerns et al. 2005). Wärmeoptische Beobachtungen scheinen jedoch zu zeigen, dass Fledermäuse auch bei höheren Windgeschwindigkeiten im Rotorbereich von WEA aktiv sein können (Brinkmann et al. 2006 b).

Die höhere Anlaufgeschwindigkeit zieht Ertragseinbußen für den Betreiber der WEA nach sich. Von Vorteil ist hier jedoch, dass die Monate Juli und August häufig die windärmsten Monate des Jahres sind (Hensen 2004) und dass in diesen Monaten die Nächte relativ kurz und die Nachtstunden ertragsärmer als die Tagesstunden sind. Positiv ist weiterhin, dass der Ertrag einer WEA mit der dritten Potenz der Windgeschwindigkeit steigt und daher niedri-

gere Windgeschwindigkeiten einen verhältnismäßig geringen Anteil am Gesamtertrag haben (unter 1 % der Jahresleistung für Windgeschwindigkeiten unter 5,5 ms^{-1} in Freiburg im Jahr 2004).

Eine in Kalifornien durchgeführte Studie beschäftigte sich mit dem aerodynamischen Problem von auf WEA-Rotoren klebenden Insekten. Es wurde festgestellt, dass dieses Problem durch höheres Insektenaufkommen vornehmlich bei höherer Luftfeuchtigkeit, geringen Windgeschwindigkeiten (weniger als 6 ms^{-1}), Lufttemperaturen von mehr als 10°C und erst ab Ende Juli auftrat (Corten & Veldkamp 2001, Hensen 2004). Falls diese Ergebnisse sich auf Mitteleuropa übertragen lassen, könnte im Insektenaufkommen auf Höhe der WEA-Gondel eine Erklärung sowohl für den problematischen Jahreszeitraum, als auch für die ermittelten problematischen Windgeschwindigkeiten für Insekten fressende Fledermäuse zu finden sein.

Abschließend ist zu sagen, dass es sich bei den hier dargestellten Ergebnissen um Fallbeispiele von nur drei und darüber hinaus naturräumlich ähnlichen Untersuchungsstandorten handelt, die auf einem mehr oder weniger geringen Datensatz beruhen. Die Ergebnisse eignen sich daher nicht zur direkten Übertragung auf andere WEA-Standorte, an denen in der Regel andere Voraussetzungen, z. B. hinsichtlich des Artenspektrums, bestehen. Zum gegenwärtigen Kenntnisstand ist daher zur Einschätzung des Kollisionsrisikos von Fledermäusen mit WEA in jedem Fall eine Einzeluntersuchung ratsam.

Danksagung

Wir möchten uns bei Anne Kathrin Fehrenbach, Dietmar Glaubitz, Matthias Hammer, Katja Moch und Nils Ohlendorf bedanken, die an der Lösung technischer Fragen oder der Durchführung der Totfundnachsuchen und der zugehörigen Tests zur Schwundrate und Nachsucheffizienz beteiligt waren.

Unser Dank gilt auch Herrn Andreas Markowsky von der regiowind GmbH, der Auftraggeberin der Untersuchungen. Herr Martin Strohmaier, ebenfalls von der regiowind GmbH, machte uns die Winddaten verfügbar und half uns bei Fragen der Anlagentechnik – vielen Dank! Dank auch an Frau Kirsten Simonsen von Simonsen Lill Consult für die gute Zusammenarbeit.

Zusammenfassung

Neuere Untersuchungen haben gezeigt, dass auch in Mitteleuropa erhebliche Zahlen von Fledermäusen an WEA zu Tode kommen können. Die Analyse möglicher Auswirkungen auf die Fledermaus-Fauna ist daher inzwischen Bestandteil des Genehmigungsprozesses für die meisten WEA-Standorte. Häufig werden an bestehenden Anlagen Totfundnachsuchen durchgeführt, um die Zahl von Schlagopfern durch Windenergie-Rotoren zu quantifizieren. Mehrere Untersuchungen (s. Niermann et al., Seiche et al. i. ds. Heft) haben jedoch gezeigt, dass die tatsächliche Zahl von Schlagopfern extrem unterschätzt werden kann, wenn bei den Totfundnachsuchen standortspezifische Korrekturfaktoren für absuchbare Fläche, Schwundrate und Nachsucheffizienz nicht berücksichtigt werden. Darüber hinaus sind Totfundnachsuchen an Standorten mit sehr hoher Schwundrate nur mit extrem großem Aufwand sinnvoll durchführbar. Alternative Methoden zur Erfassung des Kollisionsrisikos sollten daher etabliert werden.

Wir konnten an drei Windenergie-Standorten im mittleren und südlichen Schwarzwald erstmals ein akustisches Monitoring der Fledermaus-Aktivität im Rotorbereich der Anlagen durchführen. Hieraus konnte das artspezifische Gefährdungspotenzial abgeleitet werden. Im Rotorbereich traten nahezu ausschließlich Zwergfledermaus, Kleinabendsegler und Rauhautfledermaus auf. Entgegen früherer Annahmen konnten wir also zeigen, dass auch strukturgebunden jagende und nicht fernziehende Arten wie die Zwergfledermaus zu den potenziell besonders gefährdeten Arten zu rechnen sind. Der Hauptgefährdungszeitraum erstreckte sich in unseren Untersuchungen nicht (nur) auf den Herbstzug, sondern bereits auch auf die Zeit nach dem Verlassen der Wochenstuben (Juli und August). Im Rotorbereich wurde sowohl Schwärmverhalten der Zwergfledermaus als auch Nahrungssuchverhalten (*feeding-buzzes*) aller drei nachgewiesenen Arten registriert. Fledermausaktivität im Rotorbereich trat während der ganzen Nacht auf und zeigte ein Maximum im ersten Drittel und ein deutlich niedrigeres Maximum am Ende der Nacht und ähnelte damit der am Boden machgewiesenen Aktivität.

Sämtliche Fledermausaktivitäten im Rotorbereich beschränkten sich auf Windgeschwindigkeiten unter 6,5 ms^{-1}. Hieraus wurde für die untersuchten Standorte der Vorschlag abgeleitet, die Rotoren erst bei Windgeschwindigkeiten anlaufen zu lassen, in denen keine oder nur wenig Fledermausaktivität auftritt, um damit die „Fledermausverträglichkeit" der Anlagen zu erhöhen.

Summary

Acoustic monitoring in the rotor-swept area of wind turbines and methodologic problems in casuality search – results of studies in the middle and southern Black Forest

Acoustic monitoring in the rotor-swept area of wind turbines and methodologic problems in casuality search - results of studies in the middle and souhern Black Forest Several recent studies have shown that relevant numbers of bat fatalities can occur at wind-energy facilities in cen-

tral Europe as well as other parts of the world. Accordingly, the analysis of possible impacts on the local batfauna is now a prerequisite for administrative decisions regarding the construction of most wind-energy facilities in Germany. Often, fatality searches have been performed to quantify the number of bats killed at power plants after their construction. However, several studies have shown that fatality searches can drastically underestimate the actual number of bats killed when data are not corrected for the site-specific area searched, scavenger rate and searcher efficiency (s. Niermann et al., Seiche et al. i. ds. Heft). Moreover, at sites with high scavenger rates, fatality searches may hardly produce meaningful results even when a lot of time and effort is invested. Therefore, alternative methods should be developed to estimate the risk of collision for bats at wind energy facilities.

At three wind energy sites in the black forest in southwestern Germany we could perform the first acoustic monitoring of bat activity in the rotor-swept area. This activity pattern reflects the species-specific risk of collision. The species detected in the rotor-swept area were the Common Pipistrelle, *P. pipistrellus*, Leisler's bat, *N. leisleri*, and Nathusius' Pipistrelle, *P. nathusii*. Contrary to previous assumptions we could show that also species like *P. pipistrellus* that are neither regarded as open-space foragers nor as long-distance migrators may be affected by wind-energy facilities. Also, our data show that the months of high risk do not just include the autumn migration, but already the time after bats leave their summer-colonies (July and August). Bats showed swarming (*P. pipistrellus*) as well as foraging behaviour (all species) in the rotor-swept area. Activity was generally lower at the nacelle than at the ground with a high maximum during the first third of the night and a lower maximum in the morning at both locations.

All bat activity registered in the rotor-swept area was restricted to wind-speeds below 6.5 ms^{-1}. We thus proposed a correspondingly higher site-specific cut-in windspeed for the wind power plants and thus recommended a restriction of rotor movement to higher wind speeds to reduce the risk of bat collision.

Schriftum

Adorf, F., Grunwald, T, von Laar, B., & Schäfer, F. (2006): Neue bioakustische Methoden zur Erfassung der Höhenaktivität von Fledermäusen an geplanten und bestehenden WEA-Standorten. Poster auf der **8.** Fachtagung der BAG Fledermausschutz im NABU in Dresden.

Arlettaz, R. (1999): Habitat selection as a major resource partitioning mechanism between the two sympatric sibling bat species *Myotis myotis* and *Myotis blythii*. J. Anim. Ecol. **68**, 460-471.

Bach, L. (2001): Fledermäuse und Windenergienutzung – reale Probleme oder Einbildung? Vogelkdl. Ber. Niedersachs. **33**, 119-124.

-, & Rahmel, U. (2004): Überblick zu Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse – eine Konfliktabschätzung. Bremer Beitr. Naturkd. Naturs. **7**, 245-252.

Brinkmann, R. (2004): Welchen Einfluss haben Windkraftanlagen auf jagende und wandernde Fledermäuse in Baden-Württemberg? Tagungsführer d. Akad. f. Natur- u. Umweltschutz Bad.-Württ. **15**, 38-63.

- (2006): Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse. Fachdienst Naturschutz – Naturschutz-Info **2/2006-3/2006**. M. Theis u. C. Bissdorf. Karlsruhe. LUBW Landesanstalt f. Umwelt, Messungen u. Naturschutz Baden-Württemberg.

-, Mayer, K., Kretzschmar, F., & von Witzleben, J. (2006a): Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse. Ergebnisse aus dem Regierungsbezirk Freiburg mit einer Handlungsempfehlung für die Praxis. Regierungspräsidium Freiburg, Ref. Naturschutz u. Landschaftspflege. Freiburg.

-, Schauer-Weisshahn, H., & Bontadina, F. (2006b): Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg. Unveröff. Gutachten i. A. Regierungspräsidium Freiburg, gefördert durch die Stiftung Naturschutzfonds Baden-Württemberg.

Corten, G. P., & Veldkamp, H. F. (2001): Insects can halve wind-turbine power. Nature **412**, 42-43.

Desholm, M. (2003): Thermal Animal Detection system (TADS) – Development of a method for estimating collision frequency of migration birds at offshore wind turbines. National Environmental Research Institute, Denmark (27 pp.).

Dürr, T. (2002): Fledermäuse als Opfer von Windkraftanlagen in Deutschland. Nyctalus (N.F.) **8**, 115-118.

-, & Bach, L. (2004): Fledermäuse als Schlagopfer von Windenergie-Anlagen – Stand der Erfahrungen mit Einblick in die bundesweite Fundkartei. Bremer Beitr. Naturkd. Naturs. **7**, 253-263.

Gebhard, J. (1997): Fledermäuse. Birkhäuser Verlag. Basel – Boston – Berlin.

Hensen, F. (2004): Gedanken und Arbeitshypothesen zur Fledermausverträglichkeit von Windenergieanlagen. Nyctalus (N.F.) **9**, 427-435.

Holderied, M., & von Helversen, O. (2003): Echolocation range and wingbeat period match in aerial-hamking bats. Proc. R. Soc. Lond. **B 270**, 2293-2299.

Horn, J., & Arnett, E. B. (2005): Timing of nightly bat activity and interaction with wind turbine blades. In: Relationships between bats and wind turbines in Pennsylvania and West Virginia: An assessment of fatality search protocols, patterns of fatality, and behavioural interactions with wind turbines. E. B. Arnett: A final report prepared for the bats and wind energy cooperative. Austin, Texas, USA, 96-116.

Hötker, H., Thomsen, K. M., & Köster, H. (2004): Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse – Fakten, Wissenslücken, Anforderungen an die Forschung, ornithologische Kriterien zum Ausbau von regenerativen Energiegewinnungsformen. Hrsg.: Bundesamt f. Naturschutz. BfN-Skripten **142**. Bonn-Bad Godesberg.

Kerns, J. (2004): Preliminary fatality results – mountaineer wind energy center, WW. Retrieved 20.01.2005, from http://www.nationalwind.org/events/wildlife/2004-2/presentations/Kerns Bats.pdf.

-, Erickson, W. P., & Arnett, E. B. (2005): Bats and bird fatality at wind energy facilities in Pennsylvania and West Virginia: An assessment of fatality search protocols, patterns of fatality, and behavioural interactions with wind turbines. E. B. Arnett: A final report prepared for the bats and wind energy cooperative. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA, 24-95.

Kunz, T. H., Arnett, E. B., Eden, U., Erickson, W. P., Hoar, A. R., Johnson, G. D., Larkin, R. P., Strickland, M. D., Thresher, R. W., & Tuttle, M. D. (2007) : Ecological impacts of wind energy development on bats : questions, research needs, and hypothesis. J. Wildl. Manage in press.

Rahmel, U., Bach, L., Brinkmann, R, Dense, C., Limpens, H., Mäscher, G., Reichenbach, M., & Roschen, A. (1999): Windkraftplanung und Fledermäuse. Konfliktfelder und Hinweise zur Erfassungsmethodik. Bremer Beitr. f. Naturkd. u. Natursch. **4**, 155-161.

-, -, -, Limpens, H., & Roschen, R. (2004): Windenergieanlagen und Fledermäuse – Hinweise zur Erfassungsmethodik und zu planerischen Aspekten. Ibid. **7**, 265-271.

Trapp, H., Fabian, D., Förster, F., & Zinke, O. (2002): Fledermausverluste in einem Windpark der Oberlausitz. Naturschutzarb. in Sachsen **44**, 53-56.

von Helversen, O., Esche, M., Kretzschmar, F., & Boschert, M. (1987): Die Fledermäuse Südbadens. Mitt. bad. Landesver. Naturkd. u. Natursch. **14**(2), 409-475.

Dr. Oliver Behr, Daniela Eder, Dr. Ullrich Marckmann, Holger Mette-Christ, Nadine Reisinger, Volker Runkel und Prof. Dr. Otto von Helversen, Institut für Zoologie II, Universität Erlangen, Staudtstraße 5, D-91058 Erlangen; obehr@biologie.uni-erlangen.de

Nyctalus (N.F.), Berlin **12** (2007), Heft 2-3, S. 128-130

Nachweis einer Alpenfledermaus (*Hypsugo savii*) als Schlagopfer in einem Windpark in Sachsen-Anhalt

Von BURKHARD LEHMANN, Halle/Saale, und CINDY ENGEMANN, Neuruppin

Mit 2 Abbildungen

Die Alpenfledermaus, *Hypsugo savii* (Bonaparte, 1837), ist ein Faunenelement südpaläarktischer Provenienz, dessen Siedlungsareal sich vom Mittelmeerraum über Zentralasien bis in den Fernen Osten erstreckt (HORÁČEK & BENDA 2004). Der bisher einzige Quartierfund in Deutschland gelang im Jahr 1951 durch den Nachweis einer Weibchenkolonie im bayerischen Mittenwald (MESCHEDE & VON HELVERSEN 2004). Seither gilt der Bestand als erloschen (BOYE 2004). Die nächstgelegenen regelmäßigen Vorkommen befinden sich gegenwärtig in der Schweiz und in Österreich.

Nach dem o. g. Beleg aus Mittenwald wurden für Deutschland noch drei als gesichert geltende Funde von Alpenfledermäusen publiziert, die alle nachweislich oder sehr wahrscheinlich auf verfrachtete bzw. verschleppte Individuen zurückgehen:

- 08.VII.1991, Hamburg, Einflug eines ♀ in ein Wohnhaus, zunächst als Nordfledermaus (*Eptesicus nilssonii*) bestimmt (BROCKMÜLLER 1994), später anhand von Fotos und biometrischen Daten als Alpenfledermaus durch OHLENDORF et al. (2000) nachdeterminiert,

- Sommer 1994, Estenfeld bei Würzburg, verletztes ♀, vermutlich im Aufbau eines KFZ aus Norditalien verschleppt (G. KERTH, zit. in MESCHEDE & VON HELVERSEN 2004),

- 29.VII.1999, Neustadt in Ostholstein, juveniles ♂ in einer Tiefkühllieferung Obst und Gemüse (KATZENSTEIN 2000).

Während eines von Anfang August bis Mitte Oktober 2006 durchgeführten Schlagopfer-Monitorings in einem aus fünf Anlagen bestehenden Windpark an der BAB 14 nördlich von Halle/Saale erfolgten insgesamt Funde von sieben Fledermäusen. Neben je zwei Abendseglern (*Nyctalus noctula*), Rauhhaut- (*Pipistrellus nathusii*) und Mückenfledermäusen (*P. pygmaeus*) wurde am 14.IX.2006 auch eine Alpenfledermaus aufgefunden (Abb. 1). Das juvenile ♀ lag in einer Entfernung von etwa 22 m zum Mastfuß unter einer ENERCON-Anlage (Modell E 66, Nabenhöhe 75 m, Rotordurchmesser 66 m) und wies mehrere Verletzungen auf, so dass von einer direkten Kollision mit dem Rotor auszugehen ist. Als Todeszeitpunkt wird aufgrund des Zustandes die dem Fundtag vorhergehende Nacht angenommen.

Das Tier ist 55 Jahre nach dem Erlöschen der Kolonie in Mittenwald der erste Nachweis der Alpenfledermaus in Deutschland, bei dem sich kein Zusammenhang mit einer Verfrachtung erkennen lässt. Gleichzeitig ist der Fund der erste Beleg für eine Kollision der Art mit einer Windenergieanlage in Mitteleuropa. Schlagopfer sind bislang nur aus Spanien bekannt (DÜRR & BACH 2004). Ein weiterer, allerdings noch unbestätigter Hinweis auf ein Schlagopfer liegt aus Kroatien vor (CH. DIETZ über B. OHLENDORF mdl.).

Es konnten bei dem Tier folgende biometrische Werte abgenommen werden: Gewicht 8,0 g, KR-Länge 89,0 mm, Schwanz 37,0 mm, Hinterfuß 6,5 mm, Ohrlänge 11,0 mm, Tibia



Abb. 1. Die Alpenfledermaus (*Hypsugo savii*) am 14.IX.2006 am Fundort im Bereich der geschotterten Aufstellfläche einer Windenergieanlage. Beide Aufn.: C. Engemann



Abb. 2. Der Balg während der Präparation im Institut für Zoologie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

14,6 mm, Tragus 5,9 mm, Unterarm 35,7 mm, Daumen 5,0 mm, Daumenkralle 1,4 mm. Die Determination wurde zwischenzeitlich von ST. HAHN (Halle/S.), Dr. D. HEIDECKE (Bennstedt), Dr. T. HOFMANN (Dessau) und B. OHLENDORF (Stolberg/Harz) bestätigt. Balg, Schädel und Skelett werden unter der Eingangsnummer 06/119 im Institut für Zoologie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg aufbewahrt (Abb. 2).

Jahreszeitlich ordnet sich der Nachweis in die Migrationsphase bei den wandernden Fledermausarten ein. Zum Raum- bzw. Wanderverhalten der Art liegen jedoch so gut wie keine Erkenntnisse vor (HUTTERER et al. 2005). Die Herkunft des Tieres bleibt daher ebenso Spekulation wie die Frage, ob der Nachweis im Zusammenhang mit der von HORÁČEK & BENDA (2004) vermuteten Arealausweitung nach Norden zu sehen ist oder ob die Alpenfledermaus möglicherweise doch größere saisonale Wanderungen unternimmt und dabei auch Deutschland überqueren kann. Vor allem Funde von Zweifarb- (*Vespertilio murinus*) und Nordfledermäusen sollten vor diesem Hintergrund künftig kritisch überprüft werden.

Zusammenfassung

Unter einer Windenergieanlage im Gebiet nördlich von Halle/Saale gelang am 14.IX.2006 der Fund einer Alpenfledermaus, *Hypsugo savii* (♀ juv.). Das frischtote Tier wies mehrere Verletzungen auf. Nach 55 Jahren ist damit erstmals wieder ein Nachweis dieser Art für Deutschland gelungen, nachdem bei drei in den 1990er Jahren aufgefundenen Individuen (Hamburg, Estenfeld bei Würzburg, Neustadt in Ostholstein) eindeutig Verfrachtung bzw. Verschleppung vorlag. Maße und Gewichte sowie der Verbleib des Tieres werden mitgeteilt.

Summary

Finding of a Savi's pipistrelle (*Hypsugo savii*) as casuality in a wind farm in Sachsen-Anhalt

A Savi's pipistrelle was found under a wind turbine in the region north of Halle/Saale on 14. Sept. 2006. The recently dead bat showed several injuries due to contact with the rotor blades. This is the first record of this species in Germany after 55 years. For the 3 records in the years 1990, the individuals found (in Hamburg, Estenfeld by Würzburg and Neustadt in eastern Holstein) were certainly introduced. The biometric data and the whereabouts of the individual are reported.

Schrifttum

BOYE, P. (2004): *Hypsugo savii* (Bonaparte, 1837). In: PETERSEN, B., ELLWANGER, G., BLESS, R., BOYE, P., SCHRÖDER, E., & SSYMANK, A. (Bearb.): Das europäische Schutzgebietssystem Natura 2000 – Ökologie und Verbreitung von Arten der FFH-Richtlinie in Deutschland. Schr.R. Landschaftspfl. Natursch. **69/2**, 412-414.

BROCKMÜLLER, F. (1994): Fund einer Nordfledermaus (*Eptesicus nilssoni*) in Hamburg. Nyctalus (N.F.) **5**, 220.

DÜRR, T., & BACH, L. (2004): Fledermäuse als Schlagopfer von Windenergieanlagen – Stand der Erfahrungen mit Einblick in die bundesweite Fundkartei. Bremer Beitr. f. Naturkd. u. Natursch. **7**, 253-263.

HORÁČEK, I., & BENDA, P. (2004): *Hypsugo savii* (Bonaparte, 1837) – Alpenfledermaus. In: NIETHAMMER, J., & KRAPP, F. (Hrsg.): Handbuch der Säugetiere Europas. Bd. **4**, Teil II: *Chiroptera* II, 911-941.

HUTTERER, R., IVANOVA, T., MEYER-CORDS, C., & RODRIGUES, L. (2005): Bat Migration in Europe. Naturschutz u. Biologische Vielfalt **28**, 1-162.

KATZENSTEIN, H. (2000): Nachweis einer Alpenfledermaus (*Hypsugo savii*) in Ostholstein. Nyctalus (N.F.) **7**, 453-454.

MESCHEDE, A., & VON HELVERSEN, O. (2004): Alpenfledermaus *Hypsugo savii* (Bonaparte, 1837). In: MESCHEDE, A., & RUDOLPH, B. (Bearb.): Fledermäuse in Bayern, p. 294-295. Ulmer Verlag. Stuttgart.

OHLENDORF, B., VIERHAUS, H., HEDDERGOTT, M., & BODINO, F. (2000): Korrektur: Fund einer Nordfledermaus (*Eptesicus nilssoni*) in Hamburg (ds. Z. Bd. **5**, p. 220) betraf eine Alpenfledermaus (*Hypsugo savii*). Nyctalus (N.F.) **7**, 454.

BURKHARD LEHMANN, CINDY ENGEMANN, Myotis – Büro für Landschaftsökologie, Kurt-Tucholsky-Straße 4, D-06110 Halle/Saale

Nyctalus (N.F.), Berlin **12** (2007), Heft 2-3, S. 131-140

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?

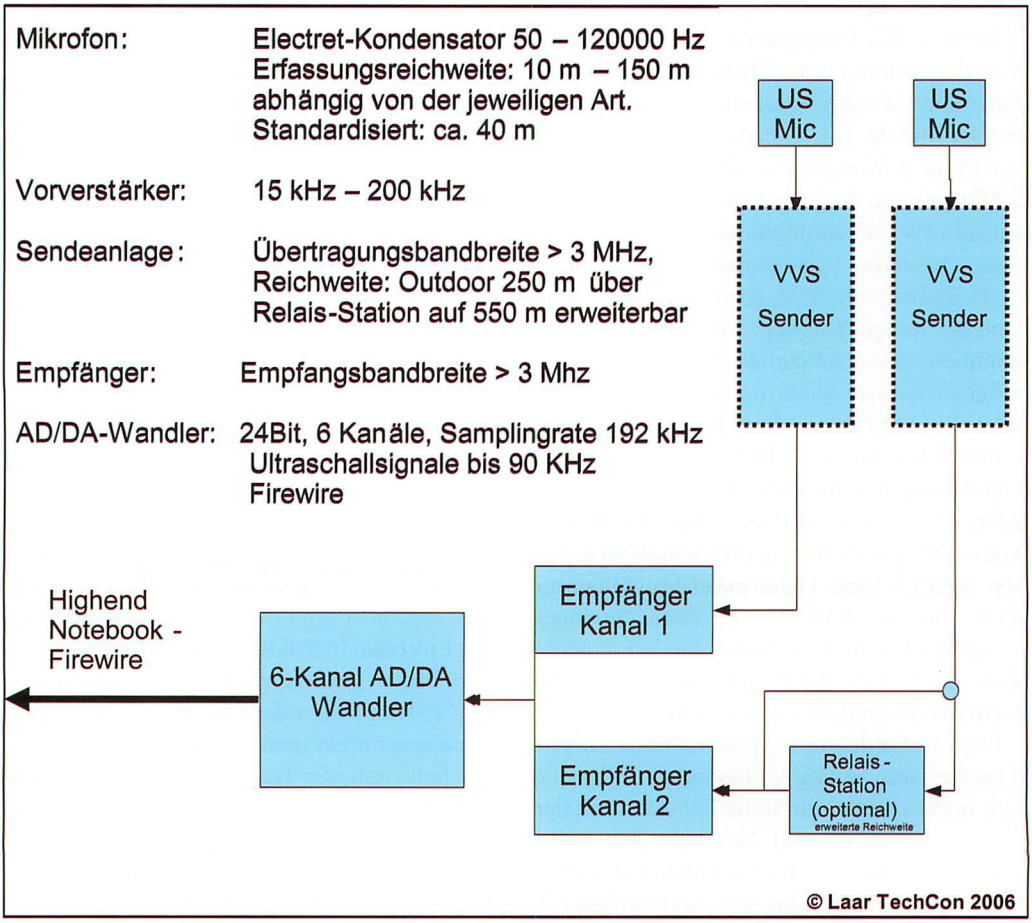


Abb 1. Zwei-Kanal Echtzeitmonitoringanlage mit Harddiskrecording, Funkübertragung für Automatik und manuellen Betrieb.

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 Echzeitaufzeichnungssysteme 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

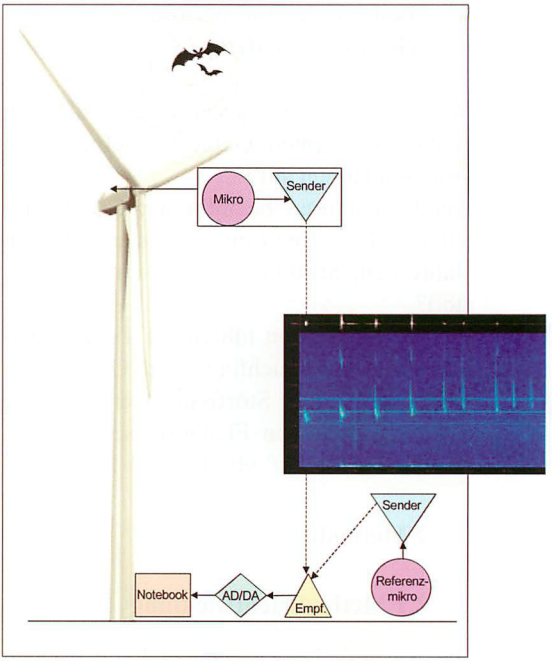


Abb. 3. Höhenuntersuchung an bereits errichteter WEA.

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 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 Untersuchungsrhythmus 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 Höhenerfassung 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 anflogen 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 gleiche 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 *Nyctalus noctula*	90	59	0,30
Zwergfledermaus *Pipistrellus pipistrellus*	33	22	0,11
Kleiner Abendsegler *N. leisleri*	18	12	0,06
unbestimmt	11	7	0,04
Gesamt	152	100%	0,50

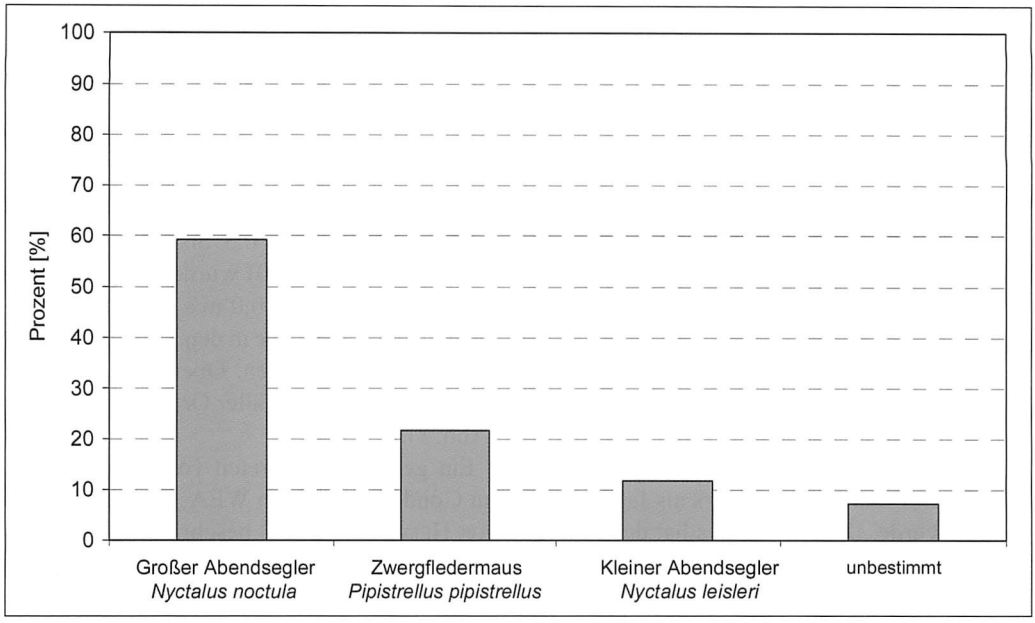


Abb 4. Häufigkeitsverteilung aller Arten, die mittels beider Untersuchungsmethoden in WEA-relevanten Höhen erfasst wurden.

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

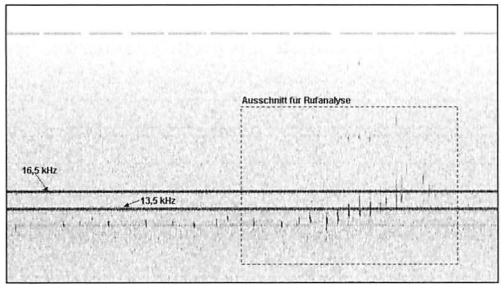


Abb. 5. Ortungssignale eines Großen Abendseglers *(Nyctalus noctula)* auf dem Notebookbildschirm bei laufender Erfassung.

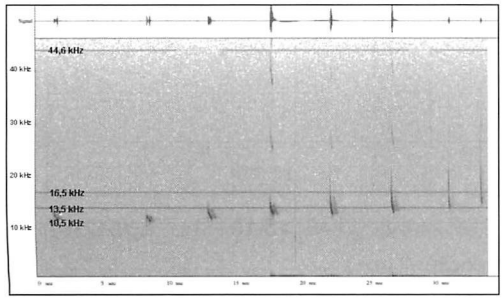


Abb. 6. Der Ruf des Großen Abendseglers *(Nyctalus noctula)* wird zur Analyse vorbereitet.

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

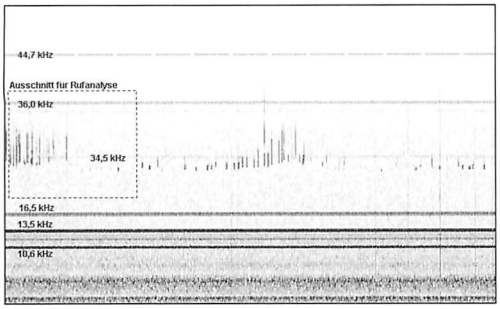


Abb. 7. Jagd- und Ortungssignale eines Kleinen Abendseglers *(Nyctalus leislert)* auf dem Notebookbildschirm bei laufender Erfassung.

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 gelangen. 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-

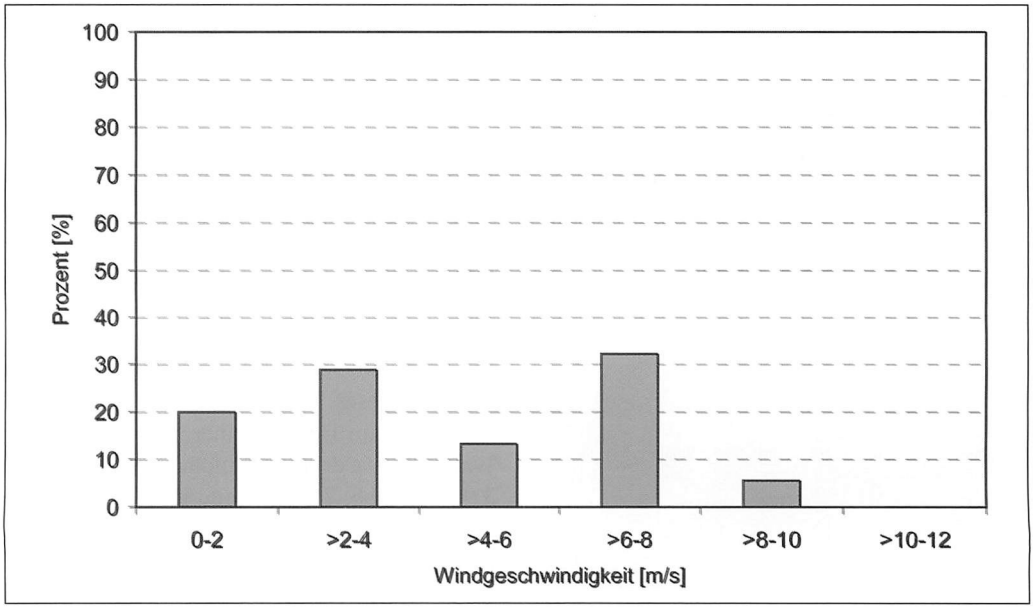


Abb. 8. Verteilung der Fledermausnachweise an bestehenden WEA (n = 90) auf Windgeschwindigkeitskategorien.

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 multichannel 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. Landschaftspfl. 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 Sachen. 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'evaluation ecologique de deux secteurs d'installations eoliens en France sur la base de la diversite et l'activite 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.).

THOMAS GRUNWALD, FRANK SCHÄFER und FRAUKE ADORF, Büro für Landschaftsökologie und Geoinformation, Aubachblick 3, D-55444 Schöneberg; www.blg-net.de
BENEDIKT VON LAAR, Gut Klein Görnow, D-19406 Klein Görnow; www.laartech.biz

Nyctalus (N.F.), Berlin **12** (2007), Heft 2-3, S. 141-151

Aktionshöhen verschiedener Fledermausarten nach Gebäudeeinflügen in Berlin und nach anderen Informationen mit Schlußfolgerungen für den Fledermausschutz

Von JOACHIM HAENSEL, Berlin

Mit 2 Abbildungen

1 Vorbemerkungen

1.1 Allgemeines über Flughöhen von Fledermäusen

Es ist hinlänglich bekannt, daß Fledermäuse unterschiedliche Flughöhen einhalten bzw. bevorzugen. Dies bezieht sich auf alle Aktivitäten, die mit irgendwelchen Ortswechseln verbunden sind: Flüge vom Tageseinstand zum Jagdterritorium und umgekehrt einschließlich des Überwechselns von einem Jagdgebiet zum anderen, Jagdaktivitäten innerhalb der Jagdterritorien sowie alle saisonbedingten Ortswechsel (Migrationsbewegungen, inklusive von Schwärm- und Erkundungsflügen), die bei einigen Arten zu Fernwanderungen führen.

Die Unterschiedlichkeiten in den Flughöhen drücken sich vor allem in den oberen Grenzen der diesbezüglichen Aktivitäten aus, während die tieferen Regionen von allen Fledermäusen mehr oder weniger oft aufgesucht werden (müssen), um zu trinken, um auf tieffliegende Beutetiere herabzustoßen oder um Nahrung vom Boden (Mausohr) oder von bodennaher Vegetation (Langohren) aufzunehmen. Die Verluste durch den Verkehr, insbesondere durch den Straßenverkehr, haben erkennen lassen, daß alle Fledermausarten mehr oder weniger häufig bis in unmittelbare Bodennähe herabkommen (vgl. HAENSEL & RACKOW 1996).

Es ist sehr wichtig, über die Flughöhen von Fledermäusen besser als bisher Bescheid zu wissen. Dies wurde mir das erste Mal richtig bewußt, als in Zusammenhang mit der mehrmals verschobenen Neubebauung des Berliner Alexanderplatzes die Frage auftauchte, bis in welche Höhe von Hochhäusern Fledermausschutzmaßnahmen zu berücksichtigen sind (HAENSEL & NÄFE 1996). Darüber liegen m. W. bisher auch keine speziellen Untersuchungen und Empfehlungen vor.

1.2 Windenergieanlagen und Flughöhen von Fledermäusen

Daß das Wissen über die Vertikalbewegungen der Chiropteren verhältnismäßig lückenhaft ist, hat Ursachen; denn bisher waren solche Angaben von relativ geringem Interesse. Dies hat sich neuerdings aber grundlegend geändert, weil die Verluste von Fledermäusen infolge von Kollisionen mit Windenergieanlagen (WEA) inzwischen eine erhebliche Dimension erreicht haben und aus Sicht des Fledermausschutzes dagegen angesteuert werden muß (DÜRR 2002, DÜRR & BACH 2004, zentrale, ständig aktualisierte Fundkartei der WEA-Fledermaus-Schlagopfer, viele weitere Quellen aus insgesamt 6 europäischen Ländern, aus den USA und Australien). Wie sich herausstellte, erweisen sich die Verluste an Fledermäusen durch die WEA von Art zu Art als sehr unterschiedlich, was ganz wesentlich damit zusammenhängen dürfte, daß die Tiere in sehr unterschiedlichen Höhen aktiv sind. Da die Ausleger bei den WEA bis in Höhen von 150 m hinaufreichen, bei den neuesten Typen sogar noch weit darüber hinausgehend, ist es zur Aufhellung der Ursachen für die Fleder-

mausverluste wichtig, die von ihnen präferierten oder gelegentlich frequentierten Flughöhen zu kennen, vor allem in den höheren Bereichen mit einigermaßen realen Mindestflughöhen bzw. Obergrenzen der Flughöhen.

Die Möglichkeiten, die Flughöhen der Fledermäuse zu ermitteln, sind relativ begrenzt. Zum einen ist es bis zu einem gewissen Grade erfolgversprechend, Sichtbeobachtungen (besonders bei den frühfliegenden Arten) heranzuziehen, ferner können das Telemetrieverfahren bzw. das Markieren von Tieren mit Leuchtmarken (Knicklichter) angewendet werden. Aber damit enden im wesentlichen bereits die zur Verfügung stehenden Mittel. Die bisher in Standardwerken mitgeteilten Flughöhen von Fledermäusen (zwischen Jagdflügen, Migrationsbewegungen und weitere Flugaktivitäten wird in der Regel nicht unterschieden) ergeben sich aus Tab. 1 (GEBHARD 1997, SCHOBER & GRIMMBERGER 1998, SKIBA 2003, KRAPP 2001, 2004). In KRAPP (2001, 2004) wird bei den Angaben zu den Flughöhen auf eine Reihe von Originalarbeiten verwiesen, die hier bis auf Ausnahmen nicht im einzelnen zitiert werden.

Tabelle 1. Angaben aus dem Schrifttum über die Flughöhen von europäischen Fledermausarten - Gesamtübersicht

Art	GEBHARD (1977)	SCHOBER & GRIMMBERGER (1998)	SKIBA (2003)	KRAPP (2001, 2004)*
Rfer	meist niedrig	meist tief, 0,3-6 m	unterer Baumbereich oder sehr niedrig über offenen Flächen und Wegen, seltener im oberen Baumbereich, ausnahmsweise in Baumkronen	meist tief (0,3-6 m)
Rhip	meist niedriger als 5 m	niedrig, bis 5 m	0,3-5 m	(keine Angaben)
Reur	(keine Angaben)	niedrig	Jagd in geringer Höhe, aber auch im unteren Kronenbereich von Wäldern	(keine Angaben)
Rbla	(keine Angaben)	vermutlich ähnlich *Reur*	wie andere *Rhinolophus*	(keine Angaben)
Rmeh	(keine Angaben)	niedrig	verhältnismäßig tief	niedrig über dem Boden fliegend
Mdau	meist nahe am Wasser	5-20 cm über Wasser, aber auch bis 5 m hoch	in der Regel unter 0,3 m	Tiefflug (5-20 cm über Wasser); Jagd (nicht über Wasser, aber in Gewässernähe: bis 5 m hoch)
Mcap	(keine Angaben)	ähnlich *Mdau*, vorwiegend über Wasser	wie *Mdau*, seltener über offener Vegetation	über Wasser konstant in etwa 15-25 cm Höhe; Flug über Land niedrig
Mdas	(keine Angaben)	10-60 cm über Wasser	0,10-0,60 m über Wasser	nicht nur flach über Gewässern jagend, sondern auch über Schilf, offenem Land und in Parks
Mbra	ähnlich wie *Mmys*	niedrig bis in mittlere Höhe	1,5 m, seltener in Baumkronenhöhe	(keine Angaben)
Mmys	Flug ... auch niedrig	1,5-6 m	1,6 m, selten höher	Jagd in 1,5-6 m Höhe
Malc	(keine Angaben)	(keine Angaben)	dicht über der Vegetation	(keine Angaben)
Mema	meist niedrig	1,5 m, über Wasser um 2 m	1-5 m	Flugjagd etwa in 1-4 m Höhe
Mnat	(keine Angaben)	niedrig, 1-4 m	1-5 m, gelegentlich auch wesentlich höher	(keine Angaben)

Forts. Tab. 1

Art	GEBHARD (1977)	SCHOBER & GRIMMBERGER (1998)	SKIBA (2003)	KRAPP (2001, 2004)*
Mbec	niedrig	niedrig, 1-5 m	in unterschiedlichen Höhen, meist unter 5 m	Flughöhen <2 m (27%), 2-5 m (38%); Flug durch Wald 1-4 m, im offenen Feld 0,5-1,5 m
Mmyo	oft niedrig	5-10 m, z.T. auch dicht über dem Boden	meist 3-8 m, aber auch niedrig über offenem Gelände	Nahrung im Flug auf etwa 5-15 m Höhe verzehrend
Mbly	(keine Angaben)	(keine Angaben)	bis etwa 5 m, im Freiland oft sehr tief	niedrig in grasiger Vegetation jagend
Nnoc	meist über Wipfelhöhe der Bäume, gelegentlich mehrere hundert Meter hoch	hoch, 10-40 m (z.T. auch 300-500 m)	6-40 m, selten niedriger, gelegentlich, besonders auf dem Zug, höher	Jagd in Höhen über 10-15 m, oft auch über 100 m und mehr. Von M VIII. bis M IX. telemetrierte Individuen in Höhen von 250 bis 500 m
Nlei	Jagdflug oft hoch	meist niedriger als *Noc*	meist 5-20 m, aber auch 1-2 m über Teichen und in hindernisreichem Gelände	in Höhe der Baumspitzen und Straßenlaternen fliegend, aber auch tiefer über Waldtümpeln. Ein markiertes Tier flog ab 30 m über Straßenlampe bis in eine Höhe von 100 m über einer Grasfläche
Nazo	(keine Angaben)	(keine Angaben)	unterschiedlich, 6-25 m hoch, gern über Wipfeln, aber auch 1-2 m über Wasser	(keine Angaben)
Nlas	fliegt meist hoch, 15-50 m und höher	(keine Angaben)	8-40 m	15 bis >50 m in der Dämmerung beim Kreisen hoch über dem Boden (<50 m)
Eser	Jagdflug in mittlerer Höhe, etwa 5-10 m	3-5 m (bis 10 m)	(keine Angaben)	Suchflugphase im allgemeinen 2-20 m hoch: 20-40 m (4%), 10-20 m (23%), 5-10 m (57%), 2-5 m (16%). Wanderflug 10-15 m hoch. Flughöhen von 70-80 m über Tälern
Enil	Flug meist in mittlerer Höhe, um 10 m	auch in Höhe der Baumkronen	4-10 m	Nahrungsflüge meist in Höhen von 5-10 m, gelegentlich nur 2 m, auch 50 m und mehr
Ebot	(keine Angaben)	eher hoch	(keine Angaben)	(keine Angaben)
Vmur	Jagdflug in mittlerer bis großer Höhe	10-20 m	(keine Angaben)	Suchflugphase: 20-40 m (33%), 10-20 m (23%), 2-5 m (3%); beim Quartierverlassen rasch in die Höhe steigend und in hohem (20-40 m) ... Flug verschwindend
Ppip	(keine Angaben)	2-6 m	3-8 m	von weniger als 5 m bis in Kirchturmhöhe; bevorzugte Baumbestände über 20 m Höhe
Ppyg	(keine Angaben)	(keine Angaben)	wie *Ppip*	(keine Angaben)
Pmad	(keine Angaben)	(keine Angaben)	wie *Ppip*	(keine Angaben)
Pnat	(keine Angaben)	4-15 m	3-10 m	ähnlich *Ppip*, Jagdflug häufig in 8-20 m Höhe

Forts. Tab. 1

Art	GEBHARD (1977)	SCHOBER & GRIMMBERGER (1998)	SKIBA (2003)	KRAPP (2001, 2004)*
Pkuh	(keine Angaben)	in niedriger oder mittlerer Höhe	3-8 m	fliegt 2-14 m hoch. Die Höhe der Luftschicht, in der die Fledermäuse jagen, wird vermutlich durch die Konkurrenz mit Seglern beeinflußt. In Padua reduzierte sich die Flughöhe nach der Ankunft der Segler von 10-14 m im März und April auf weniger als 5 m im Mai und Juli
Hsav	jagt gelegentlich sehr hoch, höher als 200 m	häufig sehr hoch (über 100 m)	3-15 m	(keine Angaben)
Paur	fliegen gelegentlich so tief, daß sie von Katzen erbeutet oder von fahrenden Autos erfaßt werden	niedrig	0,5-7 m	Flughöhe unterhalb von 10 m (fast alle), unterhalb von 5 m (74%), unterhalb von 2 m (20%)
Paus	fliegen gelegentlich so tief, daß sie von fahrenden Autos erfaßt werden	wie *Paur*	sehr unterschiedlich, 0,5-10 m	jagt etwa 2-5 m über dem Boden
Pmac	(keine Angaben)	(keine Angaben)	(keine Angaben)	(keine Angaben)
Pkol	(keine Angaben)	(keine Angaben)	(keine Angaben)	(keine Angaben)
Pten	(keine Angaben)	(keine Angaben)	wie *Paur*	(keine Angaben)
Bbar	(keine Angaben)	dicht über Baumkronen	2-8 m	fliegt niedrig. Jagt sowohl in der Höhe der Baumkronen ... als auch in mittleren Höhen und dicht über dem Erdboden ..., meist in 4,5 m Höhe
Msch	(keine Angaben)	10-20 m	meist über 7 m	meist in Baumwipfelhöhe fliegend, selten bedeutend höher. Bevorzugte Flughöhe 5-10 m über dem Boden, nach anderen Quellen in 4-10 m Höhe jagend
Tten	Flug meist sehr hoch, 20-100 m und mehr	hoch	10-80 m	Nahrungsflüge in Höhen von 10-50 m, bei der Verfolgung von Beute auf 2-5 m herabkommend

Erklärung der Artabkürzungen:

Rfer - Rhinolophus ferrumequinum (Großhufeisennase)
Rhip - Rhinolophus hipposideros (Kleinhufeisennase)
Reur - Rhinolophus euryale (Mittelmeer-Hufeisennase)
Rbla - Rhinolophus blasii (Blasius-Hufeisennase)
Rmeh - Rhinolophus mehelyi (Mehely-Hufeisennase)
Mdau - Myotis daubentonii (Wasserfledermaus)
Mcap - Myotis capaccinii (Langfußfledermaus)
Mdas - Myotis dasycneme (Teichfledermaus)
Mbra - Myotis brandtii (Große Bartfledermaus)
Mmys - Myotis mystacinus (Kleine Bartfledermaus)
Malc - Myotis alcathoe (Nymphenfledermaus)
Mema - Myotis emarginatus (Wimperfledermaus)
Mnat - Myotis nattereri (Fransenfledermaus)
Mbec - Myotis bechsteinii (Bechsteinfledermaus)
Mmyo - Myotis myotis (Mausohr, Großes Mausohr)
Mbly - Myotis blythii (Kleines Mausohr)
Nnoc - Nyctalus noctula (Abendsegler, Großer Abendsegler)
Nlei - Nyctalus leisleri (Kleinabendsegler)
Nazo - Nyctalus azoreum (Azorenabendsegler)
Nlas - Nyctalus lasiopterus (Riesenabendsegler)
Eser - Eptesicus serotinus (Breitflügelfledermaus)
Enil - Eptesicus nilssonii (Nordfledermaus)
Ebot - Eptesicus bottae (Bottas Fledermaus)
Vmur - Vespertilio murinus (Zweifarbfledermaus)
Ppip - Pipistrellus pipistrellus (Zwergfledermaus)
Ppyg - Pipistrellus pygmaeus (Mückenfledermaus)
Pmad - Pipistrellus maderensis (Madeirafledermaus)
Pnat - Pipistrellus nathusii (Rauhhautfledermaus)
Pkuh - Pipistrellus kuhlii (Weißrandfledermaus)
Hsav - Hypsugo savii (Alpenfledermaus)
Paur - Plecotus auritus (Braunes Langohr)
Pten - Plecotus teneriffae (Kanaren-Langohr)
Paus - Plecotus auritus (Graues Langohr)
Pmac- Plecotus macrobullaris (Alpenlangohr)
Pkol - Plecotus kolombatovici (Balkanlangohr)
Psar - Plecotus sardus (Sardisches Langohr)
Bbar - Barbastella barbastellus (Mopsfledermaus)
Msch - Miniopterus schreibersii (Langflügelfledermaus)
Tten - Tadarida teniotis (Europäische Bulldoggfledermaus)

Inzwischen liefert auch das in der Staatlichen Vogelschutzwarte Buckow/Nennhausen geführte zentrale Fledermaus-Schlagopferverzeichnis konkrete Informationen zu den Flughöhen der Chiropteren. Diese wichtigen Daten, die TOBIAS DÜRR dankenswerterweise für die vorliegende Arbeit zur Verfügung stellte, sind bisher noch nicht in die Literatur eingeflossen. Die in Tab. 2 bekannt gegebenen Mindestflughöhen wurden ermittelt durch Subtraktion des Rotorradius von der Nabenhöhe der jeweiligen WEA.

Tabelle 2. Mindestflughöhen von heimischen Fledermäusen, ermittelt nach bundesweit erhobenen Totfunden unter WKA, ausgehend vom unteren Flügelpunkt der Rotorblätter

	Flughöhe (in m)						
Art	20-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	n
Wasserfledermaus	1	1					2
Teichfledermaus	1						1
(Großer) Abendsegler	7	45	37	17	17	8	131
Kleinabendsegler		9	1		2		12
Breitflügelfledermaus		1	2	3	1		7
Zweifarbfledermaus	3	8		1	2	3	17
Zwergfledermaus	8	13	6	1	7	1	36
Mückenfledermaus	1	2	6	1			10
Rauhhautfledermaus	20	40	24	8	7	9	108
Pipistrellus spec.	1	1	1		1		4
Alpenfledermaus			1				1
Graues Langohr		1	4				5
Sa.							334

Vielfach sind die Angaben zu den Flughöhen der einzelnen Fledermausarten (sehr) allgemein gehalten, so daß es nach wie vor angezeigt erscheint, alle erdenklichen Quellen zur Ermittlung weiterer Informationen auszuschöpfen. Eine solche Möglichkeit sehen wir in der Auswertung der Daten über die Wohnungs- und Balkonein- bzw. -anflüge, die aus Berlin gemeldet geworden sind.

2 Material und Methode

Die Materialien für die nachfolgende Analyse sind eher nebenbei und gewissermaßen zufällig angefallen: Im Laufe meiner langjährigen Aktivitäten im Fledermausschutz habe ich seit 1963 bei Meldungen von Fledermaus-Einflügen in Gebäude (vor allem in Wohnungen), aber auch bei Anflügen an Fassaden bzw. auf Balkons, ferner anläßlich von Meldungen über den Aufenthalt von Fledermäusen außen in Gebäudespalten (Plattenbauten!) die Gebäude-Etage festgehalten, falls dies möglich war. Für die Zeitspanne von 1996 bis 2006 steuerten HELMUT und WALTRAUD ZOELS (Berlin) weitere unpublizierte Berliner Unterlagen bei, wofür diesen beiden langjährigen Fledermausschützern herzlichst gedankt sei.

Infolge dieser präzisen Aufzeichnungen über einen Zeitraum von beinahe 45 Jahren sind für das Berliner Stadtgebiet zahlreiche Informationen zu den Aktivitätshöhen von Fledermäusen im innerstädtischen Bereich präsent. Davon waren immerhin 253 Daten für unsere Zwecke auswertbar.

Da bei Wohnungseinflügen und anderen vergleichbaren Erscheinungen davon auszugehen ist, daß die Fledermäuse, bei Zwergfledermaus-"Invasionen" auch ganze Gruppen von Individuen (maximal 100-120 Ex.), ein „neues" Quartier aufsuchen wollten, läßt sich daraus ziemlich exakt ableiten, bis in welche Höhe der Bauwerke derartige Flugaktivitäten stattfinden. Es kann davon ausgegangen werden, daß die jeweiligen Etagen nur fliegend erreicht wurden.

Dabei muß jedoch berücksichtigt werden, daß die Etagenzahl nicht zugleich eine exakte Angabe für die Flughöhe der Tiere sein kann,



Abb. 1. Altbausubstanz – vor allem 4- und 5-geschossige Gebäude, teilweise inzwischen saniert - im Berliner Stadtbezirk Prenzlauer Berg. Hier fanden und finden vor allem die Wohnungseinflüge einschließlich der „Invasionen" von Zwergfledermäusen (*Pipistrellus pipistrellus*) statt.
Aufn.: Dr. Joachim Haensel

da bekanntlich die Geschoßhöhen infolge der meist zeitabhängigen Baustile unterschiedlich sind. Die Berliner Altbausubstanz (besonders in den Stadtbezirken Prenzlauer Berg, Pankow usw.) verzeichnet teilweise Geschoßhöhen von (erheblich) mehr als 4,0 bis >5,0 m. Demgegenüber liegen die Geschoßhöhen in den „modernen" Neubauten (z. B. in den sogenannten Plattenbauten) wohl selten bei mehr als 3,5 bis 4,0 m. Im folgenden gehe ich deshalb unter Anrechnung der Zwischendecke von einer mittleren Geschoßhöhe von 4,0 m aus, bin mir aber im klaren darüber, daß es beträchtliche Abweichungen gibt.

3 Ergebnisse und Diskussion

Aus dem Berliner Stadtgebiet liegen mir zur Etagenzahl bei den zufälligen Fledermausfunden zahlreiche Informationen zu den eingelieferten bzw. abgeholten Individuen vor. Die Angaben, bis 1989/1990 überwiegend aus Ostberlin stammend, sind bis 1991 in mehreren Publikationen bis ins Detail aufgeführt (Haensel 1967, 1972, 1982, 1992). Danach haben Helmut und Waltraud Zoels/Berlin einen Teil der angefallenen Findlinge in Pflege genommen und die Aufzeichnungen erfreulicherweise in gleicher Weise fortgeführt. Da ein großer Teil der Fledermaus-Einzelfunde aus dem Berliner Stadtgebiet bereits veröffentlicht wurde (s. o.), kann auf Wiederholungen hier ganz verzichtet werden. Die seit 1991 vorliegenden Einzelfunde und Invasionsmeldungen (Zwergfledermäuse) werden, um den Textumfang in Grenzen zu halten, nur summarisch abgehandelt. (Diese Nachweise dürften ohnehin Eingang in spätere regionalfaunistische Arbeiten bzw. in die in Vorbereitung befindliche Fledermausfauna Brandenburg/Berlin finden.)

Die Aktivitäten der Fledermäuse (Flugbewegungen, Jagdaktivitäten, Quartiernahme, Schwärm- und Erkundungsverhalten, Spontaneinflüge in Räumlichkeiten, z. B. Wohnungen) finden in sehr unterschiedlichen Höhen statt. Das Wissen darüber ist insofern wichtig, weil in bebauten Zonen Ansiedlungshilfen für Fledermäuse nur dann sinnvoll sind, wenn sie an Bauwerken in der optimalen Höhe plaziert werden. Da in den Untersuchungsgebieten am Alexanderplatz entsprechende Analysen nicht möglich waren, mußten zur Beurteilung eigene, diesbezüglich noch nicht ausgewertete, Aufzeichnungen herangezogen werden. Aus diesen Unterlagen geht hervor, in welcher Etagenhöhe Wohnungs- und andere Spontaneinflüge und -anflüge in bzw. an Gebäude[n] (Einzeltiere, bei Zwergfledermäusen auch „Invasionen") stattgefunden haben. Aus den in Tab. 3 zusammengestellten Meldungen läßt sich schlußfolgern, daß 6 von 9 Arten am häufigsten in die unteren Etagen (d. h. nur ausnahmsweise höher als in die 4. Etage) in irgendwelche Räumlichkeiten eingeflogen sind: Wasserfledermaus (je einmal in der 5. bzw. sogar 10. Etage erschienen, sonst nur im Erdgeschoß/Paterre bis in die 2. Etage), Große Bartfledermaus (je einmal im Erdgeschoß/Paterre und in der 2. Etage), Zwergfledermaus, einschließlich ihrer „Invasionen" (hauptsächlich in der 1.-4. Etage, eher aus-

Tabelle 3. Nachweise von Fledermaus-Einflügen in Berliner Gebäude unter Berücksichtigung der Etagenzahl

Art	Etage E/P	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Sa.
Mdau	7	3	3			1					1													15
Mbra	1		1																					2
Nnoc		1	1	3	2	3			5	1		5							1	2	1		1	26
Eser	4	6	5	8	10	3		4			1													41
Vmur		1	1	7	3		2	3	1	1	2	2		1				1	1					25
Ppip	10	19	31	28	6	2							1											97
Inv.*		2	14	8	8																			32
Pnat	1	2		2	1																			6
Paur	3		3																					6
Paus	3																							3
Sa.																								253

Erläuterungen für die Abkürzungen in Tab. 1:
E/P - Erdgeschoß/Paterre bzw. Hochpaterre
1-22 - 1. bis 22. Etage
* Inv. - Invasionen von *P. pipistrellus* = Einflüge von mehreren Zwergfledermäusen, überwiegend ausgewachsene, gerade selbständig gewordene Jungtiere, in Gebäude (Ende Juli – Anf. Sept., aber gelegentlich kommen invasionsartige Einflüge auch zu anderen Zeiten, z. B. im Winter, vor)

nahmsweise zweimal in der 5., aber einmal sogar in der 12. [!] Etage), Rauhhautfledermaus (Erdgeschoß/Paterre bis maximal 4. Etage), Braunes Langohr (Erdgeschoß/Paterre bis 2. Etage) sowie Graues Langohr (nur zweimal im Erdgeschoß/Paterre).

Für 3 Arten ergibt sich ein völlig anderes Bild (s. Tab. 3): Der (Große) Abendsegler kann in den unteren Etagen vorkommen (1.-5. Etage sind möglich), aber insgesamt ist die Art ab 8. bis 22. Etage häufiger festgestellt worden. Für die Zweifarbfledermaus konnte ein fast identisches Ergebnis ermittelt werden (1.-3. Etage sind möglich, aber ab 6.-18. Etage liegen etwas mehr Nachweise vor). Für die Breitflügelfledermaus fielen die Befunde nach oben nicht ganz so eindeutig aus (Nachweise am häufigsten in der 3. und 4. Etage, vereinzelt bis in die 7., einmal in der 10. Etage). Aber auch bei der Zwergfledermaus gibt es einen „Ausreißer" nach oben: 12. Etage!

Es scheint demzufolge notwendig zu sein, künstliche Quartierangebote für die Zwergfledermaus in der (1.) 2.-3. (4.) Etage zu installieren, für die Breitflügelfledermaus in der 3.-7. Etage und für den Abendsegler sowie für die Zweifarbfledermaus ab 8. bzw. ab 6. Etage aufwärts, jedoch nicht höher als bis zur 20. Etage.

Vergleicht man die bisher vorliegenden Kenntnisse der Fledermaus-Flughöhen (Tab. 1) mit den Daten, die sich aus Berliner Wohnungseinflügen einerseits und nach den Mindestflughöhen unter WEA gefundener Fledermäuse andererseits ableiten lassen, so ergeben sich einige neue Gesichtspunkte. Dies betrifft bei einigen Arten besonders die nach den Wohnungseinflügen sowie WEA-Anflügen ermittelten Obergrenzen der Flughöhen bzw. Mindestflughöhen. Dies hat eine erhebliche Bedeutung bezüglich der Ursachener-

Tabelle 4. Einflughöhen von Fledermäusen in Berliner Gebäude (Auswertung von Tab. 3)

Art	Einflughöhen von bis	n Nachweise
Wasserfledermaus	4,0 bis 44,0 m	15
Große Bartfledermaus	4,0 bis 12,0 m	2
(Großer) Abendsegler	8,0 bis 84,0 (92,0*) m	26
Breitflügelfledermaus	4,0 bis 44,0 m	41
Zweifarbfledermaus	8,0 bis 76,0 m	25
Zwergfledermaus (Einzelfunde)	4,0 bis 52,0 m	97
Zwergfledermaus (Invasionen)	8,0 bis 20,0 m	32
Rauhhautfledermaus	4,0 bis 20,0 m	6
Braunes Langohr	4,0 bis 12,0 m	6
Graues Langohr	4,0 m	3
Sa.		253

* Nach einem Schwärmvorgang im Winter 1985/86 in der 22. Etage in Berlin-Köpenick angetroffen



Abb. 2. Hochhaus im Berliner Stadtbezirk Köpenick (Allendeviertel), inzwischen saniert, vor dessen 22. Etage Anfang Dez. 1986 während einer vorübergehenden Erwärmung eine große Anzahl an Abendseglern (*Nyctalus noctula*), die an den dortigen Hochhäusern in Fassadenspalten überwinterten, schwärmte. Aufn.: Dr. Joachim Haensel

kennung für die hohen Zahlen an WEA-Schlagopfern bei einigen Fledermausarten.

Wasserfledermaus,
Myotis daubentonii

Nach den Angaben im Schrifttum bewegen sich Wasserfledermäuse maximal in einer Höhe von 5 m über dem Boden bzw. Wasser (Tab. 1). Je ein WEA-Nachweis liegt im Bereich von 20-30 bzw. 31-40 m, maximal 34 m (Tab. 2). Die Daten der Wohnungseinflüge ergeben Werte bis etwa 12 m, je einmal aber auch von 24 und 44 m (Tab. 3, 4). Damit wird erklärlich, warum *M. daubentonii* als Schlagopfer unter WEA (Stand vom 7.VIII.2007: 3 von 706 Ex. = 0,4 %) überhaupt festgestellt werden konnte. Die Obergrenze der Flugaktivitäten von Wasserfledermäusen ist demnach deutlich nach oben zu korrigieren.

(Teichfledermaus,
***Myotis dasycneme*)**

Für Berlin sind keine Wohnungseinflüge bekannt. Ein WEA-Nachweis liegt bei einer Mindestflughöhe von 20 m (Tab. 2). Die Obergrenze der Flughöhen dürfte mit der der Wasserfledermaus weitgehend übereinstimmen.

Große Bartfledermaus,
Myotis brandtii

Die Flughöhen werden nach verschiedenen Autoren als „niedrig" (Gebhard 1997), als „niedrig bis in mittlere Höhe" (Schober & Grimmberger 1998) sowie mit „1-5 m, seltener in Baumkronenhöhe" (Skiba 2003) angegeben. WEA-Nachweise, die sich einer Mindestflughöhe zuordnen lassen, liegen bislang nicht vor. Die Berliner Wohnungseinflüge erfolgten einmal im Erdgeschoß/Paterre (maximal 4 m) und einmal in etwa 12 m Höhe (Tab. 3, 4), was den Angaben im Schrifttum in etwa entspricht. In der zentralen WEA-Schlagopferstatistik ist die Große Bartfledermaus bislang nur einmal vertreten (= 0,2 %), dem Nachweis war aber keine Mindestflughöhe zuzuordnen.

(Großer) Abendsegler,
Nyctalus noctula

Nach allen in Tab. 1 zitierten Quellen (Gebhard 1997, Schober & Grimmberger 1998, Skiba 2003, Krapp 2001, 2004) jagen und ziehen Abendsegler auch in Höhen von mehreren hundert Metern (bis 500 m – vielleicht auch noch höher?). Diesbezüglich konnten die Einflüge und Schwärmvorgänge an Berliner Hochhäusern keine neuen Gesichtspunkte liefern (Tab. 3, 4). Mit 243 von 706 als Schlagopfer unter WEA aufgefundenen Individuen steht die Art mit 34,4 % an der Spitze (nach dem Stand der Datei vom 7.VIII.2007). Die nach WEA-Nachweisen berechneten Mindestflughöhen streuen über die gesamte Bandbreite von 20-30 bis 71-80 m, maximal 78 m, hauptsächlich in die Bereiche 31-40 sowie 41-50 m fallend (Tab. 2).

(Kleinabendsegler,
***Nyctalus leisleri*)**

Berliner Wohnungseinflüge, die sich einer konkreten Flughöhe zuordnen lassen, liegen nicht vor. Die WEA-Nachweise (Tab. 2) ergaben Mindestflughöhen von 31-40 m (n = 9), 41-50 m (n = 1) sowie 61-70 m (n = 2), maximal 63 m. Ob sich die Art in noch größeren Höhen, vergleichbar mit *N. noctula*, bewegt, muß abgewartet werden.

Breitflügelfledermaus,
Eptesicus serotinus

Nach den bei KRAPP (2004) zitierten Quellen, vor allem nach BAAGØE (1987), werden von *E. serotinus* in der Suchflugphase im allgemeinen Höhen zwischen 2 und 20 m eingehalten. In Höhenlagen von 20-40 m wurden nur noch 4 % der untersuchten Tiere festgestellt (Tab. 1). Dies deckt sich in etwa mit unseren Ergebnissen (Tab. 3, 4), nach denen 2 Individuen (4,9 %) in einer Höhe von 32 m bzw. 1 Ex. (2,4 %) sogar noch bei 44 m im Zusammenhang mit Wohnungseinflügen festgestellt wurden. Als WEA-Schlagopfer konnte die Breitflügelfledermaus gelegentlich aufgefunden werden (Stand 7.VIII.2007: 17 *E. serotinus* von insgesamt 706 Fledermäusen = 2,4 %); darunter befanden sich 7 Ex., bei denen eine Mindestflughöhe berechnete werden konnte (Tab. 2), die sich über die Bereiche von 31-40 bis 61-70 m, maximal 62 m, erstreckt und alle bisherigen Befunde zur Flughöhe der Breitflügelfledermaus deutlich übertrifft.

Zweifarbfledermaus,
Vespertilio murinus

Die Angaben zur Flughöhe fallen im Schrifttum sehr unterschiedlich aus (Tab. 1): Nach GEBHARD (1997) jagt *V. murinus* in mittlerer bis großer Höhe (auf konkrete Werte legte sich der Autor aber nicht fest), SCHOBER & GRIMMBERGER (1998) sprechen von 10-20 m, SKIBA (2003) macht zur Flughöhe gar keine Aussage, und KRAPP (2004) gibt nach BAAGØE (1987) für die Suchflugphase maximale Werte von 20-40 m (33 % der Nachweise) an. Nach unseren Berliner Gebäude-Funden konnte die Zweifarbfledermaus je einmal in 56, 72 und 76 m Höhe an Hochhäusern (Tab. 3, 4) nachgewiesen werden (3 von 26 Funden = 11,5 %). Auch für *V. murinus* müssen nach unseren Erkenntnissen die bisher bekannten Obergrenzen der Flughöhen nach oben korrigiert werden. In der Schlagopferstatistik steht *V. murinus* mit 27 von 706 WEA-Opfern an 5. Stelle (= 3,8 %). Dabei waren 17 Ex. einer Mindestflughöhe zuzuordnen, die sich über die gesamte Bandbreite von 20-30 bis hin zu 71-80 m, maximal 78 m, erstreckte (Tab. 2).

Zwergfledermaus,
Pipistrellus pipistrellus

Nach dem Schrifttum sind die Flug- und Jagdhöhen von *P. pipistrellus* sehr unterschiedlich: 2-6 m nach SCHOBER & GRIMMBERGER (1998), 3-8 m nach SKIBA (2003). Davon deutlich abweichend sind die Angaben nach KRAPP (2004), der aufgrund verschiedener Quellen mit einer Spanne „von weniger als 5 m bis in Kirchturmhöhe" aufwartet (Tab. 1). Nach unseren Daten konnten Einflüge von Zwergfledermäusen in Berliner Wohnungen (einschließlich der „Invasionen") bis in eine Höhe von 24 m, einmal jedoch auch bei 52 m konstatiert werden (Tab. 3, 4). Damit ist die Obergrenze aber anscheinend bei weitem noch nicht ausgeschöpft, was durch die vielen WEA-Schlagopfer bestätigt wird. Nach der zentral geführten Schlagopferkartei steht die Zwergfledermaus sogar an 2. Stelle (Stand vom 7.VIII.2007: von 706 toten Fledermäusen unter WEA entfielen 170 auf *P. pipistrellus* = 24,1 %*). Wenngleich die Angabe „Kirchturmhöhe" wenig präzise ist, kann doch davon ausgegangen werden, daß Zwergfledermäuse vermutlich bis in eine Höhe von ungefähr 100 m hinauf der Jagd nachgehen. Das bestätigen nicht zuletzt auch die verhältnismäßig vielen Nachweise unter WEA, die konkrete Aussagen zu den Mindestflughöhen (maximal 78 m) erlaubten (Tab. 2).

(Mückenfledermaus,
***Pipistrellus pygmaeus*)**

Einflüge in Berliner Wohnungen sind bisher nicht bekannt. Die Nachweise unter WEA lassen die Schlußfolgerung zu, daß sich Mückenfledermäuse in ähnlichen Höhen bewegen können wie *P. pipistrellus*, hauptsächlich in den Bereichen 41-50 m (n = 6), einmal sogar noch bei 55 m (Tab. 2)

---

* Die hohe Zahl an Zwergfledermäusen unter den WEA-Schlagopfern ist ausgesprochen auffällig. Ebenfalls mehr als auffällig ist die Tatsache, daß in Baden-Württemberg sage und schreibe 80,8 % (101 von 125 Ex.) der WEA-Schlagopfer Zwergfledermäuse waren, während die Rauhhautfledermaus auf der Liste dieses Bundeslandes völlig fehlt.

Rauhhautfledermaus, *Pipistrellus nathusii*

Von den wenigen in Berliner Wohnungen eingeflogenen Rauhhautfledermäusen liegen nur 6 Fälle mit Etagenangabe vor (Tab. 3). Danach sind die Tiere bis in eine Höhe von etwa 20 m festgestellt worden (Tab. 4). Nach den Daten, die nach verschiedenen Quellen in Tab. 1 zusammengestellt wurden, flogen Rauhhautfledermäuse in Höhen von 4-15 m (SCHOBER & GRIMMBERGER 1998), 3-10 m (SKIBA 2003), und nach KRAPP (2004) ist die Flughöhe ähnlich wie bei *P. pipistrellus*, und der Jagdflug findet häufig in Höhen von 8-20 m statt. Sowohl unsere Daten als auch die nach den vorgenannten Quellen erhobenen Flughöhen sind anscheinend viel zu niedrig angesetzt, wenn man sich die Schlagopferstatistik vor Augen hält: Von 706 toten Fledermäusen unter WEA waren nach dem Stand vom 7.VIII.2007 159 Rauhhautfledermäuse (22,5 %).

Damit ist davon auszugehen, daß auch *P. nathusii* wie *P. pipistrellus* bis in Höhen von wenigstens 100 m jagt bzw. – speziell diese Art! – auch wandert. Die errechneten Mindestflughöhen der WEA-Nachweise streuen über die gesamte Bandbreite ab 20-30 bis hin zu 71-80 m (n = 9), maximal 78 m mit Schwerpunkt bei 31-40 m (n = 40; s. Tab. 2).

(Alpenfledermaus, *Hypsugo savii*)

Aus naheliegenden Gründen sind Nachweise in Berliner Wohnungen kaum möglich. Ein WEA-Nachweis fällt in den Bereich der Mindestflughöhe von 41-50 m, maximal 42 m (Tab. 2).

Braunes Langohr, *Plecotus auritus*

Nach den Quellen, die in Tab. 1 ausgewertet und zusammengestellt sind, bewegt sich *P. auritus* durchweg sehr niedrig; konkrete Flughöhen werden von SKIBA (2003: 0,5 bis 7 m) und von KRAPP (2004: Flughöhen unterhalb von 10 m – fast alle, unterhalb von 5 m – 74 % und unterhalb von 2 m – 20 %) angegeben. In Berlin flogen Braune Langohren bis in eine Höhe von 20 m in Wohnungen ein (2 Fälle von insgesamt ohnehin nur 4, vgl. Tab. 3, 4). Obwohl es eigentlich nicht zu erwarten war, wurde auch das Braune Langohr als WEA-Schlagopfer registriert, und zwar unter 706 Totfunden (Stand 7.VIII.2007) 2mal (= 0,7 %). Das Braune Langohr scheint sich demzufolge hin und wieder in deutlich größeren Höhen zu bewegen, als dies bisher bekannt war; Zuordnungen zu den Bereichen von Mindestflughöhen (vgl. Tab. 2) waren bisher nicht möglich.

Graues Langohr, *Plecotus austriacus*

In Berlin konnten nur 2 Fälle registriert werden (Tab. 3, 4), bei denen Graue Langohren in Wohnungen einflogen, und zwar nur ins Erdgeschoß/Paterre (maximal ca. 4 m hoch). Die Angaben im Schrifttum sind unterschiedlich: 0,5 bis 10 m (SKIBA 2003) und etwa 2-5 m (KRAPP 2004). Die Realität sieht jedoch allem Anschein nach anders aus, denn in 6 Fällen waren nach der Statistik (Stand vom 7.VIII.2007: 706 WEA-Totfunde) Graue Langohren WEA-Schlagopfer geworden (= 0,8 %). Es kommt demnach durchaus vor, daß sich Graue Langohren in beachtlicher Weise in die Höhe schrauben und dadurch in den Bereich der Rotoren von Windkraftanlagen gelangen. Die Mindestflughöhen wurden mit 31-40 m (n = 1) und sogar mit 41-50 m (n = 4), maximal 48 m, errechnet (Tab. 2).

Durch die Windenergieanlagen sind nach den bisherigen Erkenntnissen in Mitteleuropa vor allem die Fernwanderer gefährdet: (Großer) Abendsegler, Kleinabendsegler, Zweifarbfledermaus, Rauhhautfledermaus (s. DÜRR & BACH 2004), aber auch einige andere Arten, von denen dies aufgrund der bisher bekannten Aktionshöhen (= Flughöhen) zunächst nicht erwartet worden war: Zwergfledermaus (inklusive Mückenfledermaus und *Pipistrellus spec.*), Breitflügelfledermaus, bemerkenswerterweise aber auch Langohren, vor allem das Graue Langohr. Für wenigstens 3 Arten (*Myotis daubentonii, Vespertilio murinus* und *Pipistrellus pipistrellus*) konnten infolge der aufgrund der Berliner Wohnungseinflüge angefallenen Daten neue Erkenntnisse über die Flughöhen erzielt und damit auch ein Beitrag zur Beantwortung der Frage geleistet werden, warum nur bestimmte Fledermausarten in bedeutendem Umfang zu Schlagopfern durch Windkraftanlagen werden. Auch wenn für die genannten Arten nur einzelne Belege vorliegen, die den Anlaß für die Korrekturen liefer-

ten, sind sie doch wichtige Hinweise für die Erkenntnis: Manche Fledermausarten bewegen sich (und sei es auch nur gelegentlich) in größeren Höhen, als dies bisher bekannt war.

Zusammenfassung

Für 9 Fledermausarten liegen infolge von Funden in Wohnungen und auf Balkons der Großstadt Berlin neue Daten dazu vor, in welchen Etagen von Gebäuden, einschließlich Hochhäusern (in Berlin bis 22 Etagen), solche Einflüge passierten. Es ist davon auszugehen, daß die betreffenden Etagen von den Fledermäusen nur auf dem Flugwege erreicht wurden. Damit lassen sich mit diesen Angaben Rückschlüsse auf die Aktionshöhen (= Flughöhen) der betreffenden Arten ziehen. Für wenigstens 3 Arten (*Myotis daubentonii*, *Vespertilio murinus*, *Pipistrellus pipistrellus*) ergeben sich Korrekturen im Hinblick auf die Obergrenzen ihrer Aktionshöhen, für andere wird dies vermutet. Die gewonnenen Erkenntnisse liefern einerseits Hinweise darauf, bis in welche Höhe von Gebäuden Schutzmaßnahmen an Fassaden erforderlich bzw. sinnvoll sind, andererseits werden Gründe dafür aufgezeigt, warum bestimmte Arten (darunter einige, von denen dies nicht zu erwarten war: *Pipistrellus pipistrellus* [inklusive *P. pygmaeus* und *Pipistrellus spec.*], *Eptesicus serotinus* und sogar Angehörige der Gattung *Plecotus*, vor allem *P. austriacus*), mehr oder weniger hohe Verluste durch Windenergieanlagen erleiden. Wichtige neue Erkenntnisse zu den Mindestflughöhen lieferten entsprechende Berechnungen konkreten WEA zuzuordnender Schlagopfer.

Summary

Flight hights of different bat species according to entries in buildings in Berlin and other informations, with consequences for bat conservation

New data are available for 9 bat species entering apartments or found on balconies of the city of Berlin including multistorey-buildings with up to 22 stories. In all cases bats could only have reached the stores by flight. Therefore conclusions are possible on the flight hights of the different species. Only for few species (*Myotis daubentonii*, *Vespertilio murinus*, *Pipistrellus pipistrellus*) corrections have to be made on their upper flight hight and for other species this is also highly probable. The results indicate up to which hight of buildings conservation measures on the front are necessary; on the other hand, reasons become evident why some species (there under some species which were not thought to be affected: *Pipistrellus pipistrellus* (including *P. pygmaeus* and other *Pipistrellus* species), Eptesicus serotinus and even species og the genus *Plecotus, mainly P. austriacus*) suffer from more or less high casualities from wind turbines. Important new results on maximum flight hights were leading to calculations on the probability of bat casualities at given wind turbines.

Schrifttum

BAAGØE, H. J. (1987): The Scandinavian bat fauna: adaptive wing morphology and free flight in the Field. In: FENTON, M. B., RACEY, P., & RAYNER, J. M. V. (eds.): Recent advances in the study of bats. Cambridge Univ. Press, p. 57-74.

DÜRR, T. (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 Einblicken in die landesweite Fundkartei. Bremer Beitr. f. Naturkd. u. Natursch. **7** (Themenheft), 253-263.

Fledermausverluste an Windenergieanlagen (zusammengestellt von T. DÜRR, LUA Brandenburg – Ref. Ö2 / Staatliche Vogelschutzwarte, Buckower Dorfstraße 34, D-14715 Nennhausen / OT Buckow – wird laufend aktualisiert).

GEBHARD, J. (1997): Fledermäuse. Birkhäuser Verlag. Basel – Boston – Berlin.

HAENSEL, J. (1967): Notizen über 1963-1966 insbesondere in Berlin aufgefundene Fledermäuse. Milu **2**, 313-322.

- (1972): Weitere Notizen über im Berliner Stadtgebiet aufgefundene Fledermäuse (Zeitraum 1967-1971). Ibid. **3**, 303-327.

- (1982): Weitere Notizen über im Berliner Stadtgebiet aufgefundene Fledermäuse (Zeitraum 1972-1979). Nyctalus (N.F.) **1**, 425-444.

- (1992): In den Ostberliner Stadtbezirken nachgewiesene Fledermäuse - Abschlußbericht, insbesondere den Zeitraum 1980-1991 betreffend. Ibid. **4**, 379-427.

-, & NÄFE, M. (1996): Zur Chiropterenfauna des Alexanderplatzes und angrenzender Teile der Berliner Stadtbezirke Friedrichshain, Mitte und Prenzlauer Berg. Gutachten i.A. LFB Berlin (25 pp. u. Anlagen, unveröff.).

-, & RACKOW, W. (1996): Fledermäuse als Verkehrsopfer - ein neuer Report. Nyctalus (N.F.) **6**, 29-47.

KRAPP, F. (Hrsg., 2001, 2004): Handbuch der Säugetiere Europas. Bd. **4/1**: Fledertiere. Teil I: *Chiroptera* I: *Rhinolophidae, Vespertilionidae* 1. Bd. **4/2**: Fledertiere. Teil II: *Chiroptera* II: *Vespertilionidae* 2, *Molossidae, Nycteridae*. AULA-Verlag. Wiebelsheim.

SCHOBER, W., & GRIMMBERGER, E. (1998): Die Fledermäuse Europas – kennen – bestimmen – schützen. Kosmos Naturführer. 2., akt. u. erw. Aufl. Franckh-Kosmos Verlag. Stuttgart.

SKIBA, R. (2003): Europäische Fledermäuse. Kennzeichen, Echoortung und Detektoranwendung. Neue Brehm-Büch., Bd. **648**. Hohenwarsleben.

DR. JOACHIM HAENSEL, Brascheweg 7, D-10318 Berlin-Karlshorst; E-Mail: haensel.joachim@nyctalus.com

Nyctalus (N.F.), Berlin **12** (2007), Heft 2-3, S. 152-162

Methodische Hinweise und Empfehlungen zur Bestimmung von Fledermaus-Schlagopferzahlen an Windenergiestandorten

Von IVO NIERMANN[1], Hannover, OLIVER BEHR[2], Erlangen, und ROBERT BRINKMANN[1], Hannover

1 Einleitung

Erste Hinweise darauf, dass Fledermäuse mit Windenergieanlagen (WEA) kollidieren können, ergaben sich aus Zufallsfunden toter Tiere unter den Anlagen (TATE 1952, HALL & RICHARDS 1972, VIERHAUS 2000) und im Rahmen von Untersuchungen zu Schlagopfern bei Vögeln (OSBORN et al. 1996). Es folgten weitere zufällige Beobachtungen dieses Sachverhalts und mehr oder weniger systematische Nachsuchen unter WEA, die zum Ziel hatten, die aus Kollisionen resultierenden Fledermausopfer zu quantifizieren.

In Deutschland wurden die Ergebnisse dieser Einzelbeobachtungen und -untersuchungen von Anfang an in einer bundesweiten Schlagopferkartei zusammengefasst (DÜRR 2002, DÜRR & BACH 2004, DÜRR 2007). Den Personen, die an der Erstellung dieser Kartei arbeiten, ist es zu verdanken, dass inzwischen Informationen zum betroffenen Artenspektrum, zur jahreszeitlichen Verteilung und zu naturräumlichen Zusammenhängen des Phänomens Fledermausschlag an WEA vorliegen.

Die Suche nach Schlagopfern ist aktuell die wohl am häufigsten eingesetzte Methode, um etwaige Beeinträchtigungen von Fledermäusen durch bestehende WEA zu untersuchen. In vielen Fällen werden Nachsuchen als Bestandteil eines Monitorings während des Genehmigungsverfahrens für WEA-Standorte als Auflage festgesetzt. Gründe hierfür sind, dass das Auffinden von Schlagopfern am unmittelbarsten und augenscheinlichsten die Beeinträchtigung von Fledermäusen durch WEA verdeutlicht und dass Nachsuchen mit einem geringen technischen Aufwand durchgeführt werden können.

Um aus Nachsuchen Rückschlüsse etwa auf die Beeinträchtigung lokaler Populationen ziehen zu können, ist es entscheidend, die Anzahl verunglückter Tiere zumindest in ihrer Größenordnung korrekt zu ermitteln. Nur in wenigen Untersuchungen werden jedoch Anstrengungen unternommen, Nachsuchen nicht nur zum qualitativen, sondern auch zum quantitativen Nachweis von Kollisionsopfern einzusetzen. Das Hauptproblem hierbei ist, dass Aufsammlungen von Fledermauskadavern unter WEA zu einer unrealistischen Einschätzung der tatsächlichen Zahl von Kollisionsopfern führen können (z. B. OSBORN et al. 1996, KERNS 2004, KERNS et al. 2005, BRINKMANN et al. 2006). Für die Unterschiede zwischen der Zahl aufgefundener Kadaver und der Kollisionsopferzahl sind in erster Linie drei methodische Probleme verantwortlich:

- Die Tatsache, dass häufig nicht die gesamte in Betracht kommende Fläche unter den Anlagen abgesucht wird oder absuchbar ist,
- das Übersehen von Kadavern bei der Nachsuche sowie
- der Abtrag von Kadavern von den Flächen.

Um quantitative Aussagen zur Schlagopferzahl treffen zu können, müssen alle drei methodischen Fehler ermittelt und die Ergebnisse entsprechend rechnerisch korrigiert werden (KERNS et al. 2005, BRINKMANN et al. 2006). Auf die mathematischen Verfahren zur Errechnung realistischer Schlagopferzahlen wird

[1] Institut für Umweltplanung der Leibniz Universität Hannover, Herrenhäuser Straße 2, D-30419 Hannover
[2] Universität Erlangen, Institut für Zoologie, Lehrstuhl II, Staudtstraße 5, D-91058 Erlangen

in diesem Beitrag nicht eingegangen (siehe dazu z. B. KERNS et al. 2005).

Wie für Totfundnachsuchen insgesamt, so gilt auch für Untersuchungen, in denen die genannten Faktoren berücksichtigt werden, dass die von verschiedenen BearbeiterInnen eingesetzte Methodik stark variiert und damit ein Vergleich der Ergebnisse aus verschiedenen Studien erschwert wird. Bislang existieren in der Literatur nur wenige Empfehlungen zur Durchführung von fledermausbezogenen Totfundnachsuchen (z. B. Land Brandenburg 2003, KUNZ 2004).

In diesem Beitrag wollen wir einen Überblick über die existierenden Informationen zu Fledermaus-Totfundnachsuchen unter WEA geben. Anhand veröffentlichter Ergebnisse aus Nachsuchen nach Fledermaus-Kadavern unter WEA wird eine kurze Einführung in die gängige Methodik gegeben. Ein besonderes Augenmerk richten wir dabei auf die jeweilige Behandlung der erwähnten methodischen Probleme. Anhand von Totfund-Daten aus eigenen Untersuchungen verdeutlichen wir darüber hinaus beispielhaft die bei Totfundnachsuchen auftretenden methodischen Probleme. Wir hoffen mit diesem Beitrag Hinweise und Anregungen für die Konzeption und Durchführung solcher Untersuchungen zu geben, die zu einer Vereinheitlichung der Vorgehensweise führen und damit die Vergleichbarkeit der Resultate verbessern.

2 Durchführung der Nachsuche

Für die systematische Suche nach Totfunden unter WEA werden die in Frage kommenden Flächen in regelmäßigen zeitlichen Abständen auf Kadaver kontrolliert. Die Untersuchungsflächen werden dabei in konzentrischen Kreisen oder parallelen Transekten in möglichst einheitlicher, langsamer Geschwindigkeit abgelaufen. Dabei erfolgt die Suche nach den toten Fledermäusen beidseitig des Transekts. Detaillierte, aber teilweise standortabhängige und damit divergierende Angaben unter anderem zur Transektbreite und zur Suchgeschwindigkeit finden sich z. B. bei KERNS et al. (2005: Transektbreite 10 m, Suchgeschwindigkeit 13-15 m/min), YOUNG et al. (2003: Transektbreite 8-10 m, Suchgeschwindigkeit 45-55 m/min), JOHNSON et al. (2003: Transektbreite von 6 m, Suchgeschwindigkeit von 30-45 m/min), ERICKSON et al. (2003: Transektbreite von 6 m, Suchgeschwindigkeit von 45-60 m/min) und OSBORN et al. (1996: Transektbreite von 5-11 m). Teilweise werden die äußeren Grenzen der Untersuchungsflächen mit gut sichtbaren Pflöcken dauerhaft markiert (TRAXLER et al. 2004).

3 Abzusuchende Fläche

Die Größe der Fläche, auf der potenziell Kadaver von Fledermäusen zu finden sind, die mit WEA kollidieren, ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Entscheidend sind zum einen die Höhe der WEA und der Radius des Rotors. Zum anderen ist es von Bedeutung, ob die Tiere nach der Kollision senkrecht zum Boden fallen oder durch Wind, Eigenbewegung (z. B. bei verletzten Tieren) oder Beschleunigung durch die Kollision mit dem Rotor verdriftet werden.

In den bislang veröffentlichten Studien wurde ein großer Teil der verunglückten Tiere relativ nahe am Mastfuß gefunden. Als Beispiele seien hier die von KERNS et al. (2005) untersuchten Standorte „Mountaineer" (Nabenhöhe 69,5 m; Rotorradius 36 m) und „Meyersdale" (Nabenhöhe 80 m; Rotorradius 36 m) genannt. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass sowohl die Sucheffizienz als auch der Anteil der abgesuchten Fläche und damit die Wahrscheinlichkeit des Auffindens von Kadavern in der Regel mit dem Abstand zum Mastfuß abnehmen. Nach distanzabhängiger Korrektur für die Sucheffizienz und den Anteil der abgesuchten Fläche schätzten KERNS et al. (2005) für die oben genannten Anlagen, dass etwa 80 % der Kadaver in einem Abstand von bis zu 40 m zum Mastfuß liegen. Weniger als 1 % der Kadaver entfielen demnach auf Distanzen von mehr als 60 m. Auch bei anderen Studien in den USA wurde ein Großteil der Kadaver (mehr als 80 %) in einem Abstand vom Mastfuß gefunden, der kleiner als die halbe Gesamthöhe (Gondelhöhe plus Rotorradius) der Anlage war (ERICKSON et al. 2003, JOHNSON et al. 2003, YOUNG et al. 2003).

Aus diesen Ergebnissen wurde die Minimalforderung abgeleitet, dass die abzusuchende Fläche mindestens so groß sein sollte, wie die vom Rotor überstrichene Fläche (d. h. Rotorradius ist kleiner als bzw. gleich Suchradius - KUNZ 2004). Für das Bundesgebiet liegt eine Empfehlung des Landes Brandenburg (2003) vor, die über diesen Wert hinaus geht, sie schlägt für WEA bis 120 m Gesamthöhe einen Suchradius vor, der dem Rotorradius plus 30 m entspricht (WEA bis 150 m Höhe: Rotorradius plus 50 m, WEA höher 150 m: Rotorradius plus 75 m). Andere Autoren schlagen generell den Rotorradius plus 50 m als Suchradius vor (DÜRR & BACH 2004). Aus Fallversuchen mit Vögeln wurde dagegen die allgemeine Empfehlung abgeleitet, den Suchradius bei Untersuchungen des Vogelschlages entsprechend der Gesamthöhe der Anlage zu wählen (GRÜNKORN et al. 2005).

Die derzeitige Praxis bei Totfundnachsuchen in Deutschland konzentriert sich auf einen Radius von 40 bis 60 m um den Mastfuß (siehe Tab. 1), ohne dass jedoch Untersuchungen für den europäischen Raum vorlägen, die ein solches Vorgehen wissenschaftlich begründen würden. In diesem Suchraum werden vermutlich vorrangig jene Tiere gefunden, die – nach der Kollision mit den Rotoren und der Verdriftung durch geringe Windgeschwindigkeiten – mehr oder weniger direkt zu Boden fallen. Dabei spielten das Gewicht und die Größe der Tiere eine wichtige Rolle. Bei Verdriftungsexperimenten konnte erwartungsgemäß festgestellt werden, dass kleine und leichte Tiere durch Seitenwind leichter verdriftet werden als größere (GRÜNKORN et al. 2005). Dagegen könnten Tiere, die nach einer Kollision (zunächst) noch am Leben sind (BRINKMANN et al. 2006, JOHNSON et al. 2004, KERNS et al. 2005) auch außerhalb dieser Untersuchungsfläche landen. Auffallend ist, dass auch tote Tiere in einer kauernden Haltung und mit eingefalteten Flügeln gefunden werden, bei denen daher angenommen werden kann, dass sie zum Zeitpunkt des Auftreffens auf dem Boden noch lebten und sich ggf. krabbelnd fortbewegen konnten. Auch Tiere, die unmittelbar von den Rotoren getroffen und dabei stark beschleunigt werden, könnten außerhalb der Suchfläche zu Boden gehen. Das Problem des Eiswurfs liefert hier Hinweise auf mögliche Maximalentfernungen (100 m bei DURSTEWITZ 2003, 120 m bei BMU 2006). Ein Zufallsfund eines Schlagopfers in einer Entfernung von 95 m von der nächsten Anlage (eigene Beobachtungen) belegt, dass Kadaver auch außerhalb der normalerweise untersuchten Flächen zu finden sind.

4 Bestimmung der Methodenfehler

Wie bereits aufgezeigt wurde (Kap. 1), ist die Quantifizierung der methodischen Fehler die zentrale Voraussetzung, um die Anzahl der tatsächlich zu Tode kommenden Tiere zutreffend abschätzen zu können. Nur auf der Basis einer möglichst genauen Schlagopferzahl kann die Erheblichkeit der Beeinträchtigung von lokalen Populationen beurteilt werden. Weniger offensichtlich, aber ebenso zutreffend ist, dass auch die festgestellte Anzahl der betroffenen Arten von den eingesetzten Methoden abhängt und aufgrund der dargestellten Unzulänglichkeiten der Methoden unvollständig sein kann. So ist es möglich, dass bei Untersuchungen mit methodisch bedingt geringen Fundraten Arten, die vergleichsweise selten verunglücken (etwa weil sie am Standort nur selten auftreten), überhaupt nicht gefunden werden. Die Bestimmung des Einflusses der methodischen Fehler ist daher eine entscheidende Voraussetzung zur Beurteilung auch der qualitativen Ergebnisse.

Um den Einfluss dieser Faktoren aufzuzeigen, lassen sich verschiedene Beispiele aufführen. So errechneten beispielsweise BRINKMANN et al. (2006) auf Basis von 35 von August bis Oktober gefundenen Kadavern eine korrigierte Kollisionsopferzahl von 335 Tieren an 16 WEA. KERNS et al. (2005) fanden in einem Zeitraum von sechs Wochen im Mittel 2,4 Kadaver je Anlage (siebentägige Suchintervalle, Standort „Mountaineer") und errechneten daraus eine korrigierte mittlere Opferzahl von 14,1 Tieren je Anlage. BRINKMANN et al. (2006) errechneten für einzelne WEA eine Relation von gefundenen zu tatsächlich zu Tode gekommenen Tieren von bis zu etwa 1:11.

Im Extremfall können also die im Folgenden dargestellten Faktoren zu einer drastischen Reduzierung der Zahl der auf den abgesuchten Flächen zu findenden Kadaver führen, so dass die Aussagekraft der erhobenen Daten auch unter Berücksichtigung der Korrekturfaktoren stark eingeschränkt bleibt. Zumindest in solchen Fällen sollten zur Absicherung der getroffenen Aussagen alternative Methoden, wie etwa die akustische Aktivitätserfassung im Gondelbereich, herangezogen werden.

4.1 Absuchbarkeit der Fläche

An den meisten WEA-Standorten ist es nicht möglich, die gesamte in Betracht kommende Fläche unter den Anlagen gleichmäßig gut abzusuchen. Teilbereiche können i. d. R. sehr gut abgesucht werden (z. B. frisch geschotterte Kranstellplätze oder Wege), während andere Bereiche z. B. lückige Vegetation aufweisen, die eine Suche erschwert, weil die Kadaver auf diesem Untergrund visuell kaum wahrnehmbar sind. Daneben sind häufig Flächenanteile stark bewachsen, bewaldet, schwer zugänglich oder aus anderen Gründen derart unübersichtlich, dass eine Nachsuche dort nicht sinnvoll durchgeführt werden kann.

In solchen Fällen wird häufig eine Klassifizierung von Flächenanteilen hinsichtlich der Absuchbarkeit durchgeführt. Gängig ist hier die Bildung von drei bis vier Klassen (z. B. offen bis stark überwachsen). Für jede Klasse ist dann der spezifische Flächenanteil an der Gesamtfläche zu ermitteln und bei der anschließenden Korrektur der Totfundzahlen zu berücksichtigen (z. B. KERNS et al. 2005, BRINKMANN et al. 2006). Der Flächenanteil, in dem die Suche dann sinnvoll durchgeführt werden kann, schwankt in Abhängigkeit von den Verhältnissen beträchtlich (siehe Tab. 1). In einigen Untersuchungen konnte die gesamte Fläche abgesucht werden (z. B. ERICKSON et al. 2003, JOHNSON et al. 2003). Teilweise wurde der Boden zur Optimierung der Absuchbarkeit gezielt bearbeitet (Mahd, Eggen - z. B. TRAXLER et al. 2004, JAIN et al. i. Dr.). Generell schwankt der Anteil der tatsächlich absuchbaren an der hierfür theoretisch in Frage kommenden Fläche stark zwischen verschiedenen Untersuchungen: 74 % bzw. 54 % bei KERNS et al. (2005), 40 % bei TRAPP et al. (2002) oder nur 24 bis 25 % trotz der Durchführung gezielter Maßnahmen zur Verbesserung der Absuchbarkeit bei JAIN et al. (i. Dr.). An Standorten im Wald ist der absuchbare Flächenanteil häufig noch geringer (z. B. 22 % bzw. 11 % bei BEHR & VON HELVERSEN 2005, 2006).

4.2 Nachsucheffizienz

Die Sucheffizienz ist mit der Absuchbarkeit der Flächen korreliert, erweitert die Fehlerbetrachtung allerdings auf die individuellen Fähigkeiten der BearbeiterInnen. So ist es auch bei guter Übersichtlichkeit der Flächen und hoher Aufmerksamkeit der nachsuchenden Person nicht möglich, sämtliche vorhandenen Kadaver tatsächlich zu finden.

Zur Quantifizierung der individuellen Sucheffizienz wurden bislang entweder Attrappen (BRINKMANN et al. 2006, JOHNSON et al. 2004), Vögel (YOUNG et al. 2003, JAIN et al. i. Dr.), Mäuse (BEHR & VON HELVERSEN 2006) oder Fledermäuse (KERNS et al. 2005) verwendet. Diese werden in der Regel so im Untersuchungsgebiet platziert, dass alle hinsichtlich der Absuchbarkeit differenzierten Flächentypen berücksichtigt werden. Die Sucheffizienz errechnet sich aus dem Verhältnis der gefundenen zur Gesamtzahl der ausgebrachten Objekte. Die Sucheffizienz schwankt in Abhängigkeit von den Sichtverhältnissen (Vegetation, Oberflächenstruktur) an den Anlagen und der Aufmerksamkeit der BearbeiterInnen beträchtlich (siehe Tab. 1). BRINKMANN et al. (2006) ermittelten in offenen Bereichen eine Sucheffizienz von 84 %, in überwachsenen sowie in stark überwachsenen Bereichen von 77 % bzw. 40 %. BEHR & VON HELVERSEN (2006) differenzierten dagegen die Sucheffizienz nach der Entfernung zum Mastfuß und errechneten Sucheffizienzen für verschiedene Entfernungsklassen (0-10 m: 71 %, 10-20 m: 78 %, 20-30 m: 58 % und 30-60 m: 20 %). In zwei unterschiedlichen Windparks in den USA differenzierten KERNS et al. (2005) verschiedene Sichtbarkeits- und Entfernungsklassen und ermittelten dort eine durchschnittliche Sucheffizienz von 44% bzw. 26% (siehe Tab.1).

Die Nachsucheffizienz kann sich ggf. durch Vegetationswachstum oder Übung der nachsuchenden Personen im Laufe einer Studie ändern (z. B. BEHR & VON HELVERSEN 2006). In solchen Fällen sollten mehrfache Tests zur Sucheffizienz durchgeführt werden.

Grundsätzlich kann der Anteil der gefundenen Schlagopfer mit Hilfe von zur Suche ausgebildeten Hunden erhöht werden. ARNETT (2005) hat die Sucheffizienz von Nachsuchen mit und ohne Hunde verglichen. Er konnte feststellen, dass die Sucheffizienz zwar unter verschiedenen Bedingungen (z. B. Gelände- und Vegetationsstruktur) stark variierte, die Nachsuche mit Hunden jedoch in jedem Fall deutlich höhere Fundzahlen ergab. So wurden ohne Hund an zwei verschiedenen Standorten im Mittel 42 % bzw. 14 % der Kadaver entdeckt, während mit Hund unter gleichen Bedingungen 71 % bzw. 81 % der Tiere gefunden wurden. Insbesondere auf unübersichtlichen Flächen (z. B. mit hoher Vegetation) erbrachte die Einbindung von Hunden deutlich höhere Fundraten.

4.3 Schwundrate

Fledermauskadaver werden – wie andere Tierkadaver – durch Prädatoren und Aasfresser (z. B. Füchse, Dachse, Wildschweine, Krähen, Nager, Totengräberkäfer und Wespen) gefressen, verschleppt, vergraben oder bis zur Unkenntlichkeit zerlegt. Entsprechend reduziert sich die Wahrscheinlichkeit, dass die Kadaver bei der nächsten Nachsuche gefunden werden. Die Schwundrate hängt in erster Linie vom Vorkommen und der Aktivität von Aasfressern ab, eventuell auch von vorherigen Erfahrungen, die diese Tiere unter den Anlagen gemacht haben. Finden sich hier öfter Kadaver, ist die regelmäßige Suche unter den Anlagen ein nahe liegendes Verhalten, das verschiedentlich beobachtet werden konnte (eigene Beobachtungen). Die Aktivität von Insekten scheint die Schwundrate entscheidend zu beeinflussen. So können Totengräberkäfer eine Fledermaus, je nach Bodenbeschaffenheit, innerhalb von zwei bis fünf Stunden eingraben (BRINKMANN et al. 2006). Auch Wespen können Kadaver in der Größe einer Fledermaus zügig zerlegen (BEHR et al. 2006). So stellten JOHNSON et al. (2003) an einem Standort fest, dass nahezu der gesamte Abtrag durch Insekten erfolgte. Auch bei YOUNG et al. (2003) erfolgte der Abtrag während des Sommers vorrangig durch Insekten (Käfer, Ameisen und Maden).

Um die Schwundrate für Fledermäuse zu quantifizieren, werden Modellorganismen ausgelegt. Die Zeitspanne, in der diese auf den Flächen auffindbar bleiben, wird durch Kontrollen ermittelt, die nach der Ausbringung in kurzen, möglichst täglichen Abständen erfolgen sollten. Als Modellorganismen wurden bislang Kleinvögel (ERICKSON et al. 2003, YOUNG et al. 2003, TRAXLER et al. 2004), weiße Labormäuse (BEHR & VON HELVERSEN 2005) und dunkle Farbmäuse (BRINKMANN et al. 2006, BEHR & VON HELVERSEN 2006) verwendet. Letztere entsprechen am ehesten mittelgroßen Fledermäusen in Größe, Färbung und Oberfläche.

Wie gut sich diese Tiere als Ersatz für Fledermauskadaver eignen, ist jedoch bislang kaum untersucht worden. Ideal ist daher die Verwendung von Fledermäusen zur Ermittlung der Schwundrate (z. B. KERNS et al. 2005). KERNS et al. (ebd.) nutzten die aufgefundenen Fledermauskadaver um die Schwundrate zu ermitteln. Dazu wurden die gefundenen Tiere unauffällig markiert und entweder an Ort und Stelle belassen oder auf den Flächen verteilt (differenziert nach Vegetationsstrukturklassen). In der genannten Arbeit wurde zusätzlich die Schwundrate von frisch toten Fledermäusen mit der von zuvor eingefrorenen verglichen. Frisch tote Fledermäuse wurden signifikant schneller abgetragen als zuvor eingefrorene (mittlere Verweildauer auf den Flächen 2,9 bzw. 5,5 Tage).

Aus verschiedenen Untersuchungen zur Schwundrate, die in den letzten Jahren durchgeführt worden sind (siehe Tab. 1), ist inzwischen ersichtlich, dass diese stark standortabhängig ist. So ermittelten beispielsweise KERNS et al. (2005) im Rahmen einer Untersuchung mit vergleichbarer Methodik, jedoch an zwei verschiedenen Standorten Schwundraten von 70 % bzw. 3 % nach einem Tag und von 95 % bzw. 16 % nach einer Woche (zu Unterschie-

den in der Absuchbarkeit siehe KERNS et al. 2005). Für Kleinvögel ermittelten JAIN et al. (i. Dr.) eine Schwundrate von bis zu 93 % für den zweiten Tag. Vergleichbar hohe Schwundraten konnten an verschiedenen Standorten im Regierungsbezirk Freiburg erst am sechsten Tag ermittelt werden (BRINKMANN et al. 2006).

Bei zwei eigenen Untersuchungen an WEA-Standorten im südlichen Schwarzwald („Freiburg" und „Fröhnd") wurden dunkle Farbmäuse zur Quantifizierung der Schwundrate verwendet (BEHR & VON HELVERSEN 2006). Während jeder der in zweitägigem Turnus durchgeführten Nachsuchen wurde jeweils eine Maus an einem Zufallspunkt auf den ausgesuchten Flächen ausgelegt (hierdurch sollten hohe Zahlen von gleichzeitig auf den Flächen liegenden Kadavern und damit eine Konditionierung von Aasfressern vermieden werden). Bei den folgenden Kontrollen (Tag zwei, vier, usw.) wurde dann registriert, welche der ausgelegten Tiere noch auf der Fläche nachweisbar waren. Die Ergebnisse waren relativ einheitlich für verschiedene Untersuchungsmonate an einem Standort, unterschieden sich jedoch deutlich zwischen den beiden Standorten. Am ersten Kontrolltermin (Tag 2) nach Auslegen der Mäuse wurden im Mittel noch 22 % (Fröhnd) bzw. 77 % (Freiburg) der Tiere wieder gefunden, am zweiten Kontrolltermin (Tag 4) noch 4 % bzw. 48 %. Nach spätestens zehn bzw. zwölf Tagen seit Auslegen waren alle Tiere von den Flächen verschwunden. Die hohe Schwundrate am Standort Fröhnd war sehr wahrscheinlich auf eine höhere Aktivität aasfressender Säuger oder Vögel zurückzuführen, da hier nur relativ selten Insekten an den Kadavern beobachtet wurden.

Unterschiedliche Ergebnisse liegen für die Frage vor, wie stark die Schwundrate in Abhängigkeit von der Jahreszeit schwankt. JAIN et al. (i. Dr.) konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen der Schwundrate im Frühjahr, Sommer und Herbst feststellen. Ähnliche Ergebnisse ergaben sich aus den oben zitierten eigenen Untersuchungen an zwei Standorten im südlichen Schwarzwald für den Sommer und Herbst (BEHR & VON HELVERSEN 2006). ERICKSON et al. (2003) stellten hingegen bei Vogelkadavern im Sommer die geringste Schwundrate fest. Andererseits wurden in anderen Untersuchungen hauptsächlich Insekten für den Schwund von Fledermauskadavern verantwortlich gemacht (z. B. JOHNSON et al. 2003), was dazu führen müsste, dass die Schwundrate auf diesen Flächen im Sommer und Spätsommer ihren Höhepunkt erreicht.

Neben der jahreszeitlichen Schwankung ist die Frage ungeklärt, wie stark die Schwundrate an den verschiedenen Anlagenstandorten innerhalb eines Windparks voneinander abweichen kann. Da die Standorte der einzelnen WEA eines Windparks oft strukturell unterschiedlich sind (z. B. Nähe zum Wald), ist zu vermuten, dass die Schwundrate entsprechend variiert.

Starken Einfluss auf die Höhe der Schwundrate hat die Länge der Kontrollintervalle. Nach bisherigen Erkenntnissen treten Kollisionsopfer in der Regel nicht gleichmäßig verteilt über den Kontrollzeitraum, sondern oft zeitlich gehäuft auf. Daher ist für den Nachweis von Totfunden entscheidend, wie lange der Todeszeitpunkt vor dem nächsten Kontrolltermin liegt. Für einen längeren Zeitraum ist zu erwarten, dass mehr Tiere bis zum nächsten Kontrolltermin verschwinden. Es kommt somit zu einer Unterschätzung der Opferzahlen. Lag der Todeszeitpunkt dagegen kurz vor dem Kontrolltermin, kommt es zu einer Überschätzung der Opferzahlen, da bei der Korrektur für die Schwundrate über das gesamte Kontrollintervall gemittelt wird.

Diesen Effekt konnten KERNS et al. (2005) beispielhaft untersuchen indem sie an zwei Standorten sowohl tägliche wie auch wöchentliche Totfundnachsuchen durchführten. Dadurch war es ihnen möglich, die Anzahl der Tiere auf der Basis dieser beiden Suchintervalle zu errechnen. Eine wöchentliche Kontrolle hätte – trotz der Einbeziehung von Korrekturfaktoren in Bezug auf die Schwundrate – zu einer Unterschätzung der Opferzahlen um den Faktor drei geführt, da die höchsten Fallzahlen zufällig immer ein oder zwei Tage nach einer gerade durchgeführten wöchentlichen Kontrolle auftraten. Umgekehrt kann geschlossen werden, dass die Zahl von Totfunden etwa im gleichen Umfang überschätzt

worden wäre, wenn die höchsten Opferzahlen zufällig immer kurz vor dem wöchentlichen Kontrolltermin gelegen hätten. Daraus folgt, dass für eine genaue Ermittlung der tatsächlichen Zahl der Kollisionsopfer möglichst kurze Suchintervalle gewählt werden sollten.

Tabelle 1. Übersicht über die Nachsuchmethodik bei verschiedenen Arbeiten zur Schlagopfersuche von Fledermäusen an WEA

Autoren	Suchraum	Suchfrequenz	durchschnittlich absuchbare Fläche	durchschnittliche Sucheffizienz	Modellobjekte/ Schwundrate (ausgelegt am Tag 0)	Dauer einer Einzelkontrolle (je WEA)
Behr & von Helversen 2005 Standort „Freiburg“	100 m Radius um Turmfuß	im Mittel 3-tägig	22 %	nicht ermittelt	Weiße Labormäuse an 4 WEA: 1. Tag: 8 % 5. Tag: 30 % 8. Tag: 90 %	30 min
Behr & von Helversen 2006 Standort „Freiburg“	100 m Radius um Turmfuß	2 bis 3-tägig	22 %	unterschieden nach 4 Entfernungsklassen 0-10 m: 71% 10-20 m: 78 % 20-30 m: 58 % 30-60 m: 20 %	Dunkle Farbmäuse: 2. Tag: 23 % 4. Tag: 52 % 6. Tag: 79 % 8. Tag: 84 % 10. Tag: 96 % 12. Tag: 100 %	30 min
Behr & von Helversen 2006 Standort „Fröhnd“	100 m Radius um Turmfuß	2 bis 3-tägig	11 %	entspr. Standort „Freiburg“	Dunkle Farbmäuse: 2. Tag: 78 % 4. Tag: 94 % 6. Tag: 97 % 8. Tag: 97 % 10. Tag 100 %	25 min
Brinkmann et al. 2006	50 m Radius um Turmfuß	5-tägig	WEA-abhängig: 20-100 %	differenziert für drei Sichtbarkeitsklassen: offen: 84 % überwachsen: 77 % stark überwachsen: 40 %	Dunkle Farbmäuse: 1. Tag: 16 % 2. Tag: 52 % 3. Tag: 62 % 4. Tag: 76 % 5. Tag: 88 % 6. Tag: 94 % 7. Tag: 94 % 8. Tag: 98 % mittlere Schwundrate nach 5 Tagen: 58,8 %	30-50 min
Erickson et al. 2003	90 m Radius um Turmfuß	ca. 14-tägig	100 %	44 % für Kleinvögel	Kleinvögel: 14. Tag: 75 %	90-120 min
Jain et al. i. Dr.	Rechteck von 76 x 76 m	2 bis 3-tägig	unterschieden nach 6 Entfernungsklassen: 2003: 25 % 2004: 24 %	2003: 71 % 2004: 74 %	Kleinvögel: 2. Tag 2003: 93 % 2004: 86 %	k. A.
Johnson et al. 2003	Rechteck von 100 x 100 m	14-tägig	100 %	29 % für Kleinvögel	keine vergleichbare Angabe	30-45 min

Forts. Tab. 1

Autoren	Suchraum	Suchfrequenz	durchschnittlich absuchbare Fläche	durchschnittliche Sucheffizienz	Modellobjekte/ Schwundrate (ausgelegt am Tag 0)	Dauer einer Einzelkontrolle (je WEA)
Kerns et al. 2005 Standort "Mountaineer"	Rechteck von max. 130 x 120 m	täglich	54 % (28 bis 86 %)	unterschieden nach 4 Sichtbarkeits- und 6 Entfernungsklassen: im Mittel 43,6 %	Fledermäuse 1. Tag: 70 % 2. Tag: 82 % 3. Tag: 88 % 7. Tag: 95 %	30-90 min
Kerns et al. 2005 Standort „Meyersdale"	Rechteck von max. 130 x 120 m	täglich	74 %	unterschieden nach 3 Sichtbarkeits- und 6 Entfernungsklassen: im Mittel 25,5 %	Fledermäuse: 1. Tag: 3 % 7. Tag: 16 % 16. Tag: 21 %	30-90 min
Traxler et al. 2004	100 m Radius um Turmfuß	täglich	100 % durch aktive Schaffung optimaler Bedingungen	in 3 Tagen 73 % (nur für Vögel)	Vögel: Schwundrate „vernachlässigbar"	60-90 min
Trapp et al. 2002	50 m Radius um Turmfuß	täglich	40 %	nicht ermittelt	nicht ermittelt	15-30 min
Young et al. 2003	Rechteck von 126 x 126 m	14-tägig	100 %	59 % für Kleinvögel	Kleinvögel: 28. Tag: 86 % Fledermäuse 28. Tag: 70 %	im Mittel 45 min

5 Empfehlungen zur Durchführung von Aufsammlungen unter WEA

Für die Erfassung der Fledermausaktivität an (potenziellen) WEA-Standorten ist in den letzten Jahren eine Reihe von methodischen Empfehlungen erarbeitet worden (Bach et al. 1999, Bach & Dietz 2003, Rahmel et al. 2004). Deutlich weniger Empfehlungen liegen bislang zur Durchführung von Totfundnachsuchen an bestehenden Anlagen vor (Dürr & Bach 2004, Rodrigues et al. 2006). Auf Basis dieser Arbeiten, der publizierten Fallstudien (vor allem aus den USA) sowie den eigenen Erfahrungen der Autoren (Brinkmann et al. 2006, Behr & von Helversen 2005, 2006) sollen diese Hinweise und Empfehlungen hier ergänzt und weiter präzisiert werden:

- Die Ermittlung der drei Fehlergrößen (absuchbare Fläche, Nachsucheffizienz und Schwundrate) ist die zentrale Voraussetzung für die zutreffende Abschätzung der Schlagopferzahlen.
- Die Fehlergrößen sollten aufgrund der starken Standortabhängigkeit für jeden Windpark und ggf. jede WEA separat ermittelt werden.
- Zur Größe der abzusuchenden Fläche unter den WEA liegen bislang nur wenige Erkenntnisse vor. Der Suchradius ist daher relativ konservativ gemäß den vorliegenden Empfehlungen anzusetzen: mindestens eine Rotorlänge zzgl. 50 m (Land Brandenburg 2003, Dürr & Bach 2004) bis zu einem Radius entsprechend der Gesamthöhe der WEA (Grünkorn et al. 2005, Rodrigues et al. 2006).
- Je nach Schwundrate ist ein zeitlich möglichst enges Kontrollraster anzusetzen, bis hin zu einer täglichen Nachsuche (Rodrigues et al. 2006).

- Um wenigstens einem Teil der potenziellen Prädatoren zuvor zu kommen, sollte die Nachsuche vorrangig in den frühen Morgenstunden erfolgen.
- Werden je Untersuchungstermin jeweils mehrere Anlagen kontrolliert, empfiehlt sich ein Wechsel der Reihenfolge.
- Je nach Struktur des Untersuchungsgebietes ist von einem Arbeitsaufwand von 30-60 Minuten je Anlage auszugehen (vgl. KUNZ 2004).
- Die persönliche Sucheffizienz aller beteiligten BearbeiterInnen ist zu ermitteln.
- Zeigt die Ermittlung der Korrekturfaktoren, dass nur ein kleiner Teil der Tiere überhaupt gefunden werden kann, muss der Untersuchungsaufwand entsprechend angepasst werden, um verwertbare Ergebnisse zu erzielen. Es besteht also eine Abhängigkeit zwischen der nötigen Untersuchungsintensität und der Größe der Methodenfehler. Eine Erhöhung der Fundrate kann z. B. durch eine höhere Untersuchungsfrequenz, die Vergrößerung der absuchbaren Flächen durch Bodenbearbeitung (z. B. Mahd, Eggen - JAIN et al. i. Dr.) oder durch den Einsatz von ausgebildeten Hunden erzielt werden (ARNETT 2005). Gegebenenfalls sind getroffene Aussagen durch ergänzende Methoden (z. B. akustisches Aktivitätsmonitoring im Gondelbereich) zu stützen.
- Die Ermittlung der Fehlergrößen, insbesondere der Schwundrate, sollte begleitend während der Gesamtdauer der Untersuchung erfolgen (RODRIGUES et al. 2006).
- Wo dies möglich ist (hohe Schlagopferzahlen und enge Kontrolldichte) sollte unter anderem aus Gründen der Repräsentativität die Schwundrate mit Hilfe der vorgefundenen Fledermauskadaver ermittelt werden.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass bezüglich der methodischen Herangehensweise an Totfundnachsuchen noch eine Vielzahl offener Fragen besteht (z. B. Größe der abzusuchenden Fläche unter den WEA), die im Rahmen weiterer spezieller Untersuchungen geklärt werden müssen (vgl. BRINKMANN et al. in diesem Band).

Danksagung

Diese Arbeit wurde im Rahmen eines durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) geförderten Forschungsvorhabens erstellt.

Zusammenfassung

Auf Grundlage einer Literaturauswertung sowie eigenen Erfahrungen stellen wir methodische Fehlerquellen dar, die bei der Suche nach Fledermauskadavern unter Windenergieanlagen und bei der Interpretation der Ergebnisse von Bedeutung sein können. Fehlerquellen sind neben der meist eingeschränkten Absuchbarkeit der Flächen die Sucheffizienz der BearbeiterInnen sowie die Schwundrate der Kadaver. Weiterhin haben die Wahl der Größe der Untersuchungsflächen und die Länge der Untersuchungsintervalle einen Einfluss auf das Ergebnis. Die Ursachen der genannten Fehlerquellen sowie potenziell resultierende Beeinträchtigungen des Untersuchungsergebnisses werden aufgezeigt und diskutiert. Es werden Empfehlungen und Hinweise für die Durchführung von Aufsammlungen unter Berücksichtigung der genannten Fehlerquellen abgeleitet. Zentral ist dabei die Feststellung, dass die Quantifizierung standortspezifischer Korrekturfaktoren eine notwendige Voraussetzung für die zutreffende Abschätzung der Schlagopferzahlen ist.

Summary

Methodological indications and recommendations for the estimation of the number of bat fatalities at wind energy facilities by ground surveys

We present a literature review of the methods used to quantify bat fatalities at wind energy facilities. We mainly focus on methodological biases that may adulterate the number of carcasses found by ground searches. Such biases may arise from the percentage of area below the facilities actually searched, the search efficiency and the rate of carcass removal by scavengers. The cause of possible biases and their potential detrimental effect on the results of fatality studies are discussed. Indications and recommendations for ground surveys at wind energy facilities are given that may help to minimize methodological biases. We conclude that the site-specific quantification of methodological biases and an adequate correction are prerequisites for the assessment of bat fatalities at wind energy facilities.

Schrifttum

ARNETT, E. B. (2005): Use of dogs to recover bat and bird fatalities at wind farms, 117-124. In: ARNETT, E. B. (ed.): Relationships between bats and wind turbines in Pennsylvania and West Virginia: an assessment of bat fatality search protocols, patterns of fatality, and behavioral interactions with wind turbines. A final report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International, Austin, Texas.

BACH, L., BRINKMANN, R., LIMPENS, H., RAHMEL, U., REICHENBACH, M., & ROSCHEN, A. (1999): Bewertung und planerische Umsetzung von Fledermausdaten im Rahmen der Windkraftplanung. Bremer Beitr. Naturkd. Natursch. **4**, 163-170.

-, & DIETZ, M. (2003): „Dresdener Erklärung" – Mindestanforderungen zur Durchführung von Fledermausuntersuchungen während der Planungsphase von Windenergieanlagen. Ergebnis der Tagung der Akademie der Sächsischen Landesstiftung Natur und Umwelt vom 17.-18.11.2003 an der TU Dresden.

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.). Erlangen. Unveröff. Gutachten i. A. von regiowind. Freiburg.

-, & - (2006): Gutachten zur Beeinträchtigung im freien Luftraum jagender und ziehender Fledermäuse durch bestehende Windkraftanlagen. Wirkungskontrolle zum Windpark „Roßkopf" (Freiburg i. Br.) im Jahr 2005. Erlangen. Unveröff. Gutachten i. A. von regiowind. Freiburg.

-, GLAUBITZ, D., MARCKMANN, U., METTE-CHRIST, H., MOCH, K., REISINGER, N., & RUNKEL, V. (2006): Gutachten zur Beeinträchtigung im freien Luftraum jagender und ziehender Fledermäuse durch bestehende Windkraftanlagen. Wirkungskontrolle zum Windpark „Ittenschwander Horn" bei Fröhnd im Schwarzwald im Jahr 2005. Erlangen. Unveröff. Gutachten i. A. der Windpark Fröhnd GmbH & Co KG.

BMU (2006): BMU-Themenpapier: Windenergie. Artikel-Nr. **2123**. Bonn-Bad Godesberg.

BRINKMANN, R., SCHAUER-WEISSHAHN, H., & BONTADINA, F. (2006): Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg. Gutachten i. A. Regierungspräsidium Freiburg, gefördert durch Stiftung Naturschutzfonds Baden-Württemberg. http://www.rp.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/show/1158478/rpf-windkraft-fledermaeuse.pdf.

DÜRR, T. (2002): Fledermäuse als Opfer von Windkraftanlagen in Deutschland. Nyctalus (N.F.) **8**, 115-118.

- (2007): Fledermausverluste an Windenergieanlagen. Aktueller Auszug aus der bundesweiten Funddatei zu Schlagopfern an Windkraftanlagen. Stand 12.03. 2007. Nennhausen/OT Buckow.

-, & BACH, L. (2004): Fledermäuse als Schlagopfer von Windenergieanlagen – Stand der Erfahrungen mit Einblick in die bundesweite Fundkartei. Bremer Beitr. Naturkd. Natursch. **7**, 253-263.

DURSTEWITZ, M. (2003): Windenergie in kalten Klimaregionen. Erneuerbare Energien **12/2003**, 34-35.

ERICKSON, W., KRONNER, K., & GRITSKI, R. (2003): Nine Canyon Wind Power Project. Avian and Bat Monitoring Report, September 2002 – August 2003. Technical report submitted to Northwest and the Nine Canyon Technical Advisory Committee. Energy Northwest (37 pp.).

GRÜNKORN, T., DIEDERICHS, A., STAHL, B., POSZIG, D., & NEHLS, G. (2005): Entwicklung einer Methode zur Abschätzung des Kollisionsrisikos von Vögeln an Windenergieanlagen. Gutachten i. A. Landesamt f. Natur u. Umwelt Schleswig-Holstein.

HALL, L. S., & RICHARDS, G. C. (1972): Notes on *Tadarida australis* (*Chiroptera*: *Molossidae*). Australian Mammology **1**, 46-47.

JAIN, A. A., KOFORD, R. R., HANCOCK, A. W., & ZENNER, G. G. (i. Dr.): Bat mortality and activity at a northern Iowa windfarm. J. Wildlife Management.

JOHNSON, G. D., ERICKSON, W. P., STRICKLAND, M. D., SHEPHERD, M. F., SHEPHERD, D. A., & SARAPPO, S. A. (2003): Mortality of bats at a large-scale wind power development at Buffalo Ridge, Minnesota. Amer. Midland Naturalist **150**, 332-342.

-, PERLIK, M. K., ERICKSON, W. P. & STRICKLAND, M. D. (2004): Bat activity composition, and collision mortality at a large wind plant in Minnesota. Wildlife Soc. Bull. **32**, 1278-1288.

KERNS, J. (2004): "Preliminary fatality results – mountaineer wind energy center, WV." Retrieved 20.01.2005, from http://www.nationalwind.org/events/wildlife/2004-2/presentations/Kerns_Bats.pdf.

-, ERICKSON, W. P., & ARNETT, E. B. (2005): Bat and bird fatality at wind energy facilities in Pennsylvania and West Virginia, 24-95. In: ARNETT, E. B. (ed.): Relationships between bats and wind turbines in Pennsylvania and West Virginia: an assessment of bat fatality search protocols, patterns of fatality, and behavioral interactions with wind turbines. A final report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International, Austin, Texas.

KUNZ, T. H. (2004): Wind Power: Bats and Wind Turbines. In: SCHWARTZ, S. S. (ed.): Wind Energy and Birds/Bats: Understanding and Resolving Bird and Bat Impacts. Proc. of a workshop in Washington, D. C., May 17-18, 2004. RESOLVE, Washington, D. C.

Land Brandenburg (2003): Kriterien zur Untersuchung tierökologischer Parameter im Rahmen von Planungen bzw. Genehmigungsverfahren für Windenergieanlagen im Land Brandenburg. http://www.mluv.brandenburg.de/cms/media.php/2318/tierkrit.pdf

OSBORN, R. G., HIGGINS, K. F., DIETER, C. D., & USGAARD, R. E. (1996): Bat collisions with wind turbines in southwestern Minnesota. Bat Res. News **37**, 105-108.

RAHMEL, U., BACH, L., BRINKMANN, R., LIMPEMS, H., & ROSCHEN, A. (2004): Windenergieanlagen und Fledermäuse – Hinweise zur Erfassungsmethodik. Bremer Beitr. Naturkd. Natursch. **7**, 265-271.

RODRIGUES, L., BACH, L., BIRASCHI, L., DUBOURG-SAVAGE, M.-J., GOODWIN, J., HARBUSCH, C., HUTSON, T., IVANOVA, T., LUTSAR, L., & PARSONS, K. (2006): Wind Turbines and Bat Populations. Guidelines for the planning process and impact assessments. Annex 1 to the Draft Resolution 5.6 Wind Turbines and Bat Populations. 5th Session of the Meeting Parties, Lubliana, Slovenia, 4.-6. September 2006. Doc.EUROBATS.MoP5.12. http://www.eurobats.org/documents/pdf/MoP//PDF/Doc_Mop5_12_DraftRes5_6_Rev_1_WindTurbines.pdf

TATE, G. H. H. (1952): Mammals of Cape York Peninsula, with notes on the occurence of rain forest in Queensland. Results of the Archbold Expeditions Nr. **66**. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. **98** (7).

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 und Habitatnutzung an bestehenden Windkraftanlagen Prellenkirchen, Obersdorf, Steinberg/Prinzendorf. Gutachten i. A. der WWS Ökoenergie, evn naturkraft, WEB Windenergie, IG Windkraft und Amt der NÖ Landesregierung.

VIERHAUS, H. (2000): Neues von unseren Fledermäusen. ABU-Info **24**(1), 58-60.

YOUNG, D. P., ERICKSON, W. P., GOOD, R. E., STRICKLAND, M. D., & JOHNSON, G. D. (2003): Avian and bat mortality associated with the initial phase of the Foote Creek Rim windpower project, Carbon County, Wyoming. Western EcoSystems Technology, Inc.

IVO NIERMANN, Institut für Umweltplanung der Leibniz Universität Hannover, Herrenhäuser Straße 2, D-30419 Hannover,
Dr. OLIVER BEHR, Universität Erlangen, Lehrstuhl II, Staudtstraße 5, D-91058 Erlangen
Dr. ROBERT BRINKMANN, Institut für Umweltplanung der Leibniz Universität Hannover, Herrenhäuser Straße 2, D-30419 Hannover

Nyctalus (N.F.), Berlin **12** (2007), Heft 2-3, S. 163-169

Über den Schutzstatus der Fledermäuse und dessen Bedeutung in Bauleitplanungs- und Genehmigungsverfahren

Von CHRISTIAN-W. OTTO[1], Potsdam/Berlin

1 Einleitung

Fledermäuse und ihre Lebensräume werden zunehmend bedroht. Bei Errichtung, Änderung oder Abbruch baulicher Anlagen ebenso wie bei der Abholzung von Bäumen können die Wochenstuben der Fledermäuse zerstört oder ihre Lebens- und Jagdräume vernichtet werden. Ohne daß bislang abschließend geklärt werden konnte, warum und wie Fledermäuse durch Windenergieanlagen getötet werden, läßt sich doch inzwischen der Fledermausschlag an Windkraftanlagen als verbreitetes Phänomen nachweisen.[2] Deshalb ist die Zulässigkeit von genehmigungspflichtigen Bauvorhaben, insbesondere von Windkraftanlage, auch danach zu beurteilen, ob die rechtlich geschützten Belange der Fledermäuse der Erteilung einer Genehmigung oder der Aufstellung eines Bebauungsplans entgegenstehen. Im Folgenden wird deshalb zunächst der Schutzstatus der Fledermäuse bestimmt. Sodann wird die Bedeutung dieses Schutzstatus' für die Bauleitplanung oder die Erteilung einer Bau- oder immissionsschutzrechtlichen Genehmigung dargelegt.

2 Der Schutzstatus der Fledermäuse nach Europäischem Gemeinschaftsrecht

Das Artenschutzrecht im Europäischen Gemeinschaftsrecht kennt grundsätzlich zwei verschiedene Ansätze zum Schutz von Tierarten. Zum einen setzt es auf die Ausweisung von Schutzräumen nach der Vogelschutzrichtlinie bzw. der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie - FFH-RL -.[3] In diesen Schutzgebieten sind die Lebensräume der Tiere vor Eingriffen geschützt. Nach Art. 6 Abs. 2 FFH-RL muß in den besonderen Schutzgebieten die Verschlechterung der natürlichen Lebensräume und der Habitate der Arten sowie Störungen von Arten vermieden werden, sofern solche Störungen sich im Hinblick auf die Ziele dieser Richtlinie erheblich auswirken können.

Daneben setzt das Europäische Recht in Art. 12 FFH-RL auf das Verbot bestimmter schädigender Handlungen für solche Tierarten, die in Anhang der FFH-RL genannt sind. Da alle Arten von Fledermäusen in Anhang IV Buchstabe a der FFH-RL aufgelistet sind,[4] sind Fledermäuse Tierarten von gemeinschaftlichem

[1] Der Autor ist Partner der Kanzlei Thur Fülling Otto in Berlin.

[2] Vgl. hierzu: Institut für Tierökologie und Naturbildung im Auftrag des Landratsamtes Bautzen, „Gutachterliche Stellungnahme zum Einfluss von Windenergieanlagen auf Fledermäuse" m.w.N. und die aus Mitteln des Bundesumweltministeriums finanzierte und vom Bundesamt für Naturschutz fachlich betreute Studie des Michael-Otto Instituts im NABU „Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse" (http://www.nabu.de/m05/m05 - 03/03410.html).

[3] Vgl. Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wild lebenden Tiere und Pflanzen, zuletzt geändert durch Verordnung (EG) Nr. 1882/2003 des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 29. September 2003.

[4] Alle Arten Microchiroptera; das sind alle in Europa verbreiteten Fledermausarten.

Interesse, die nach Art. 12 FFH-RL einen strengen Schutz genießen. Jedoch gilt das Schutzsystem des Art. 12 FFH-RL nicht uneingeschränkt. Nach Art. 16 FFH-Richtlinie ist eine Störung der Art bzw. eine Beschädigung oder Vernichtung der Fortpflanzungs- und Ruhestätten unter bestimmten Voraussetzungen zulässig.

Dieser strenge Schutz bestimmter Tierarten wird von den Mitgliedsstaaten der Europäischen Union durch den Erlaß entsprechender gesetzlicher Regelungen garantiert. In der Bundesrepublik sind dies die Regelungen in §§ 42 ff. und § 62 BNatSchG sowie auf Länderebene die entsprechenden Regelungen in den Landesnaturschutzgesetzen.

3 Der Schutz von Fledermäusen nach nationalem Recht

a) Schutzstatus

Alle Fledermausarten gelten gemäß § 10 Abs. 2 Nr. 10 b aa) BNatSchG i.V.m. Anhang IV FFH-RL als besonders geschützte Arten. Fledermäuse sind darüber hinaus auch nach § 10 Abs. 2 Nr. 11 b BNatSchG streng geschützte Arten, da sie als besonders geschützte Arten in Anhang IV FFH-RL aufgeführt sind. Bei der Anwendung des Bundesnaturschutzgesetzes gelten für Fledermäuse die Vorschriften über besonders geschützte Arten und über streng geschützte Arten.

Der Schutz der Fledermäuse in besonderen Schutzgebieten - FFH-Gebieten - wird bereits über die Verschlechterungsverbote nach Art. 6 Abs. 2 FFH-RL bzw. § 34 BNatSchG und das Vorsorgeprinzip nach Art 6 Abs. 3 FFH-RL gewährleistet.[5] Dort sind Windkraftanlagen regelmäßig unzulässig. Außerhalb dieser Gebiete greifen die artenschutzrechtlichen Verbote des § 42 BNatSchG bzw. Art. 12 FFH-RL, so daß dieses Schutzregime im Mittelpunkt dieses Beitrags steht.

b) Artenschutzrechtliche Verbote nach nationalem Recht

Nach § 42 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG ist es verboten, wildlebenden Tieren der *besonders* geschützten Arten, zu denen alle Fledermausarten gehören, nachzustellen, sie zu fangen, zu verletzen, zu töten oder ihre Entwicklungsformen, Nist-, Brut-, Wohn- oder Zufluchtstätten der Natur zu entnehmen, zu beschädigen oder zu zerstören. Nicht zu den Nist-, Brut-, Wohn- oder Zufluchtstätten gehören die Nahrungs- und Jagdreviere der Fledermäuse. In diesen greift jedoch das Tötungs- und Verletzungsverbot, so daß dort Windkraftanlagen, die ein besonderes großes Kollisionspotential für Vögel und Fledermäuse besitzen, unzulässig sein können.[6] Nach Auffassung des Bundesverwaltungsgerichts ist der durch § 42 BNatSchG vermittelte Schutz der Tierarten nicht populationsbezogen, sondern individuumbezogen. Jedes einzelne Individuum wird also geschützt.[7]

Von besonderer Relevanz sind bei Errichtung und Betrieb von Windkraftanlagen das Verletzungs- und Tötungsverbot sowie das Verbot, Nist-, Brut-, Wohn- oder Zufluchtsstätten dieser Tierarten zu stören. Störungen können physische Zerstörung aber auch durch Einwirkungen infolge von Lärm, Luftschadstoffen, Verschattungen oder von Vibrationen sein. Eine Störung der Nist-, Brut-, Wohn- oder Zufluchtstätten in diesem Sinne ist deshalb bereits dann anzunehmen, wenn die Scheuchwirkung durch den Betrieb der Windkraftanlagen zur Aufgabe der Nist-, Brut-, Wohn- oder Zufluchtstätten führt. Unzulässig ist es auch, Großbäume zu entfernen, wenn

---

[5] Vgl. dazu Sobotta, ZUR 2006, 353 ff.

[6] Vgl. auch Nr. 12 der Tierökologischen Abstandskriterien des Landes Brandenburg und 4.4 der Empfehlungen zur Berücksichtigung der Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege bei Entscheidungen über Standorte für Windenergieanlagen der Arbeitsgruppe Naturschutz und Windenergie des Niedersächsischen Landkreistages vom 1.10.2004.

[7] Vgl. dazu BVerwG, Beil. Nr. I 8/2006 zu NVwZ H. 8/2006, Rdnr. 563.

dadurch die im Gehölz vorhandener Sommerquartiere der betroffenen Fledermausarten endgültig verloren gehen. Denn dies stellt eine Zerstörung von Wohnstätten im Sinne der Vorschrift dar.[8] Dem steht nicht entgegen, dass sich die Fledermausarten typischerweise nur während ihrer Aktivitätsphase im Gehölz aufhalten und während ihrer Winterstarre andere Wohnstätten aufsuchen. Auch wenn das Gehölz den Tieren nicht ganzjährig als Schlaf- und Ruheplatz dient, handelt es sich um einen regelmäßigen Aufenthaltsort während eines beträchtlichen Teils des Jahres, der in den Schutzbereich des § 42 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG fällt. Ebenso werden die von § 42 Abs. 1 Nr. 1 geschützten Nist- und Brutstätten nicht typischerweise während des gesamten Jahres genutzt werden.[9]

Die Verbote in § 42 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG, das Tötungs-/Verletzungsverbot und das Störungsverbot, sind jedoch von unterschiedlicher Schutzqualität. Dies ist darauf zurückzuführen, daß das Tötungs-/Verletzungsverbot nur die absichtliche Tötung erfaßt. Die unabsichtliche Tötung ist also nicht durch § 42 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG verboten. Absicht in diesem Sinne liegt vor, wenn der Handlungserfolg erkannt und die Handlung dennoch vorgenommen wird.[10] Deshalb ist die Errichtung einer Windkraftanlage etwa in einem Jagdgebiet der Fledermäuse, wo es zwangsläufig zu Kollisionen kommen muß, wegen eines Verstoßes gegen das Tötungs-/Verletzungsverbotes mit § 42 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG unvereinbar.

Hingegen umfaßt das Störungsverbot nach § 42 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG jede, also auch die nicht absichtliche Störung von Nist-, Brut-, Wohn- oder Zufluchtsstätten dieser Tierarten. Diese Auslegung ist nach der entsprechenden Regelung in Art. 12 Abs. 1 lit. d) FFH-Richtlinie zwingend, die den Schutz – anders als bei anderen unzulässigen Handlungen – nicht auf die absichtliche Beschädigung oder Vernichtung von Ruhestätten beschränkt.[11] In der Rechtsprechung des Europäischen Gerichtshofes ist anerkannt, daß die Zerstörung von Wohnstätten verboten ist, wenn die Zerstörung zwar nicht das Ziel des Eingriffs darstellt, dies aber in Kenntnis und im Bewußtsein dieses Erfolges erfolgt.[12]

c) Ausnahmen von den artenschutzrechtlichen Verboten

Ausnahmsweise ist eine Störung von Nist-, Brut-, Wohn- oder Zufluchtsstätten der Fledermäuse jedoch zulässig, wenn die Voraussetzungen nach § 62 Abs. 1 BNatSchG vorliegen. Durch § 62 Abs. 1 BNatSchG wird die Ausnahmeregelung des Art. 16 Abs. 1 FFH-Richtlinie nicht nur umgesetzt, sondern auch in das deutsche Recht inkorporiert. Nach § 62 Abs. 1 BNatSchG darf von den Verboten des § 42 auf Antrag Befreiung gewährt werden, wenn 1. die Durchführung der Vorschriften im Einzelfall

a) zu einer nicht beabsichtigten Härte führen würde und die Abweichung mit den Belangen des Naturschutzes und der Landschaftspflege zu vereinbaren ist oder

b) zu einer nicht gewollten Beeinträchtigung von Natur und Landschaft führen würde

oder 2. überwiegende Gründe des Gemeinwohls die Befreiung erfordern[13]

---

[8] Vgl. OVG Hamburg, NuR 2006, 459-464.

[9] Vgl. z.B. Gassner/Bendomier-Kahle/Schmidt-Räntsch, BNatSchG, 2. A., § 42 Rn. 7; Schumacher/Fischer-Hüftle, a.a.O., § 42 Rn. 14.

[10] Vgl. Gellermann, NuR 2003, 385; Fischer-Hüftle, NuR 2005,768, 770; EuGH, NuR 2004, 596 (Caretta); VGH Kassel, NuR 2004, 393 f. und NuR 2004, 397 f.; Schlußantrag Kokott in: Rs C-221/04 Rdnr. 49.

[11] Vgl. zur richtlinienkonformen Auslegung EuGH, U. v. 4. 7. 2006 – C-212/04 -, NJW 2006, 2465.

[12] Vgl. EuGH, NUR 2004, 596 (Caretta) ferner U. v. 17. 9. 1987 - E 1987, 3503 ff.; Gellermann, Artenschutz in der Fachplanung und der kommunalen Bauleitplanung, NuR 2003, 385, 388; so Louis, NuR 2004, 557, 559; VGH Kassel NuR 2004, 393 f. und NuR 2004, 397 f.

[13] Vgl. dazu BVerwG, Beil. Nr. I 8/2006 zu NVwZ H. 8/2006, Rdnr. 566 (Schönefeld); BVerwG, NVwZ 2006 1161 (Ortsumgehung Stralsund).

und die Artikel 12, 13 und 16 der FFH-Richtlinie oder die Artikel 5 bis 7 und 9 der Vogelschutzrichtlinie[14] nicht entgegenstehen. Bei diesen Ausnahmevoraussetzungen handelt es sich um strikte rechtliche Schranken für die Planungs- und Genehmigungsverfahren, die auch im Wege der fachplanerischen Abwägung nicht überwunden werden können.[15]

Da durch § 62 Abs. 1 BNatSchG die unmittelbare Geltung des Art. 16 Abs. 1 FFH-Richtlinie vorgeschrieben ist, kommt es entscheidend darauf an, ob die gemeinschaftsrechtlichen Ausnahmevoraussetzungen erfüllt sind. Nach Art. 16 FFH-RL darf es im Rahmen der Verwirklichung des Gesamtvorhabens „keine andere zufriedenstellende Lösung" geben, die den Erhalt der geschützten Tiere an dem Standort des Vorhabens ermöglicht, die Nist-, Brut-, Wohn- oder Zufluchtsstätten der Fledermausarten also unverändert erhalten bleiben.[16] Gemeint ist damit die Prüfung von Alternativen. Diese können eine Änderung des Standortes, den Verzicht auf einzelne Standorte aber auch Beschränkungen im Betriebsumfang (Nutzungsbeschränkungen) umfassen.

Zudem muß, wie der Verweis in § 42 Abs. 1 BNatSchG auf Art. 16 FFH-RL deutlich macht, das Vorhaben im Interesse der Volksgesundheit und der öffentlichen Sicherheit liegen oder aus anderen zwingenden Gründen des überwiegenden öffentlichen Interesses, einschließlich solcher sozialer oder wirtschaftlicher Art oder positiver Folgen für die Umwelt erforderlich sein.[17] Zwingende Gründe liegen nach der Rechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichts jedenfalls dann vor, wenn eine Enteignung zulässig wäre.[18] Regelmäßig wird die Errichtung eines Windparks nicht von überwiegenden Gründen des Gemeinwohls gerechtfertigt, weil das öffentliche Interesse an dem Ausbau von Anlagen der Erneuerbaren Energien nicht auf die Errichtung einzelner Windkraftanlagen an einem konkreten Standort gebunden ist. Auch überwiegen die Belange des Naturschutzes regelmäßig dem wirtschaftlichen Interesse des Windfarmbetreibers. Windkraftanlagen sind insoweit keine Infrastruktureinrichtungen wie Straßen oder Flughäfen.

4 Artenschutzrechtliche Anforderungen an Planungs- und Genehmigungsverfahren

Aus den Verboten nach § 42 Abs. 1 BNatSchG ergeben sich für die Fachplanungs- und Genehmigungsverfahren besondere Anforderungen an die Ermittlung und Bewertung der Belange der Fledermäuse.[19] Dazu gehört unbedingt die vollständige Erstellung des Abwägungsmaterials, das der Bewertung der Belange von Natur und Landschaft zugrunde zu legen ist. Dies umfaßt eine Bestandsaufnahme des Lebensraumes von Tieren und Pflanzen und eine sachkundige Auswertung derselben und der Eingriffsfolgen sowie eine Zusammenstellung möglicher Ausgleichsmaßnahmen.[20] Erforderlich ist dabei die standortgerechte Ist-Aufnahme der vorfindlichen Tierbestände im Plangebiet und dem betroffenen Nachbarbereich.[21] Die Kartierung der faunistischen einschließlich der ornithologischen Bestandsergebnisse, insbesondere auch der Fledermauspopulationen ist erforderlich, damit die planaufstellende Behörde sie bei ihrer Abwägung der Belange des Naturschutzes be-

[14] 79/409/EWG.

[15] Vgl. BVerwG, Urt. v. 1.4.2004, BVerwGE 120, S. 276, 288 zur Vogelschutz-Richtlinie

[16] Vgl. OVG Münster, U. v. 13.07.2006 - 20 D 80/05.AK

[17] Vgl. dazu auch Wrase, NuR 2004, 356 ff. m. w. N.

[18] Vgl. dazu BVerwG, Beil. Nr. I 8/2006 zu NVwZ H. 8/2006, Rdnr. 566 (Schönefeld).

[19] Dazu auch Vogt, ZUR 2006, 21 ff.

[20] Vgl. VGH Kassel, U. vom 31. 5. 2001 - 3 N 4010/97.

[21] Vgl. VGH Kassel, NuR 1995,147.

rücksichtigen kann.[22] Zu prüfen ist insbesondere, welche Bedeutung Winter- oder Sommerquartiere im konkreten Gebiet für die ansässigen Fledermausarten und deren Population haben, ob diese also als Nist-, Brut-, Wohn- oder Zufluchtsstätten gemäß § 42 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG einzustufen sind. Dazu gehört auch die Feststellung, ob etwa ihr zielgerichteter Wegfall in der Natur, z. B. durch die Fällung von Bäumen, eine absichtliche Störung nach Art. 12 Abs. 1 b FFH-Richtlinie darstellt. Darüber hinaus ist zu prüfen, ob es durch den Betrieb der Windkraftanlagen zu einer, wenn auch nur unabsichtlichen Störung der Nist-, Brut-, Wohn- oder Zufluchtsstätten im Sinne von Art 12 Abs. 1 d) FFH-RL oder wegen der erkennbaren Kollisionsgefahr zu einem Verstoß gegen das Verletzungs-/Tötungsverbot kommen wird.

Stellt sich bei dieser Prüfung heraus, daß es zu einer verbotenen Verletzung/Tötung der Individuen oder zu einer Störung der Nist-, Brut-, Wohn- oder Zufluchtsstätten kommen kann, ist zu prüfen, ob eine alternative Verwirklichung des Vorhabens möglich ist. Der Zweck der Regelung sowie die weiteren Tatbestandsmerkmale des Art. 16 Abs. 1 FFH-Richtlinie machen deutlich, daß diese Frage nicht allein im Hinblick auf die Zielsetzung des Gesamtvorhabens (Betrieb einer Windfarm an einem bestimmten Standort) zu beurteilen ist, sondern auch im Hinblick auf die konkrete, den artenschutzrechtlichen Eingriff auslösende Maßnahme bei der Verwirklichung des vorgesehen Vorhabens. Denn der Erhalt von artenschutzrelevanten Fortpflanzungs- oder Ruhestätten kann typischerweise auch einzelne Betriebsweisen eines Vorhabens betreffen, die die Verwirklichung des Gesamtvorhabens nicht in Frage stellen. Deshalb ist zu prüfen, ob Einzelheiten in der Betriebsweise den artenschutzrechtlichen Zielsetzungen Rechnung tragen. Dazu gehören im Hinblick auf den Schutz der Fledermäuse insbesondere die Bestimmung von Abschaltzeiten von Windkraftanlagen. Ist eine alternative Lösung nicht möglich, ist zu prüfen, ob zwingende Gründe des überwiegenden Interesses einschließlich wirtschaftlicher Art das Vorhaben angesichts der Betroffenheit der besonders geschützten Fledermausarten rechtfertigen.[23] Dies ist bei öffentlichen Infrastrukturvorhaben oftmals,[24] bei Windkraftanlagen regelmäßig nicht der Fall.

Ist das Vorhaben danach gem. § 42 BNatSchG ausnahmsweise zulässig, sind in der genehmigungsrechtlichen und planungsrechtlichen Abwägung schließlich diese europarechtlichen Vorgaben des Naturschutzes bzw. Artenschutzes mit einzubeziehen. Kollidiert das geplante Vorhaben am vorgesehenen Standort mit dem Belang des Fledermausschutzes und ist diese Kollision unvermeidbar, ist eine Abwägung zwischen dem privilegierten Vorhaben und dem berührten Belang der Fledermäuse durchzuführen. In diese Abwägung sind sowohl die Privilegierung mit dem gebotenen Gewicht einzustellen,[25] als auch der berührte öffentliche Belang entsprechend seiner allgemeinen Bedeutung und konkreten Beeinträchtigung zu gewichten. Bei der Gewichtung des Belanges des Fledermausschutzes im Rahmen der vorzunehmenden Abwägung sind in erster Linie die Schutzwürdigkeit der Fledermäuse und des betroffenen Lebensraumes sowie die Intensität und die Auswirkungen des Eingriffes zu berücksichtigen. Dabei ist für die Bewertung der Schutzwürdigkeit der Fledermäuse auf deren Schutzstatus nach § 10 Abs. 2 Nr. 10 und 11 BNatSchG in Verbindung mit Anhang IV der FFH-RL maßgebend. Insbesondere folgt daraus, dass bei der

[22] Vgl. VGH Kassel in den Urteilen vom 24. November 2003 – 3 N 1080/03 – und 25. 2. 2004 – 3 N 1699/03 –; VG Dresden U. v. 2. 6. 2003 – 7 K 253/02 -; BVerwG, B. v. 3. 6. 2004 - 4 BN 25.04.

[23] Vgl. VG Koblenz, ZfB 2006, 209-211.

[24] Vgl. BVerwG, NVwZ 2006, 1161.

[25] BVerwGE 68, 311 in NVwZ 1984, 367.

Frage der Gewichtung der jeweiligen Belange dem Artenschutz im Hinblick auf die Fledermausarten, die von gemeinschaftlichem Interesse sind, ein hohes Gewicht zukommt.[26] Je schutzwürdiger danach die Fledermäuse und deren durch das Vorhaben beeinträchtigter Lebensräume sind, umso geringere Anforderungen sind an die Schwere des Eingriffs und an die Wahrscheinlichkeit einer Schädigung des geschützten Bestandes und dessen Lebensraum zu stellen.[27]

5 Artenschutzrechtliche Besonderheiten bei der Bauleitplanung

Die Bauleitplanung unterliegt den gleichen Voraussetzungen, die auch für die Genehmigungs- und Fachplanung gelten. Von den Verboten des § 42 BNatSchG ist auch die Bauleitplanung nach § 43 Abs. 4 BNatSchG nicht freigestellt. Die Verbote sind auch im Rahmen der Bauleitplanung abwägungsfest. Von ihnen kann nur unter den Voraussetzungen des § 62 BNatSchG befreit werden. Gleichfalls genießen die Belange besonders oder streng geschützter Tierarten aufgrund ihres Schutzstatus ein entsprechend großes Gewicht.[28]

In der Bauleitplanung sind artenschutzrelevante Eingriffe nicht auf der Grundlage der Ausnahmeregelung in § 43 Abs. 4 BNatSchG in Verbindung mit § 19 BNatSchG zulässig. Die Verbote des § 42 BNatSchG werden durch diese Regelungen nicht aufgehoben. Von § 43 Abs. 4 BNatSchG wird nämlich gerade nicht der Fall erfaßt, daß die Zulassung des Vorhabens erstmals durch den Bebauungsplan erfolgen soll.[29] Angesichts des Wortlauts des § 43 Abs. 4 BNatSchG hat der Europäische Gerichtshof zudem in seinem Urteil vom 10. Januar 2006[30] u. a. die Feststellung getroffen, dass § 43 Abs. 4 BNatSchG keinen rechtlichen Rahmen vorsehe, der mit der durch Art. 16 FFH-Richtlinie eingeführten Ausnahmeregelung in Einklang stehe.[31] § 43 Abs. 4 BNatSchG ist deshalb in der Planung nicht anwendbar.[32] In Planungsverfahren ist folglich § 42 in Verbindung mit § 62 BNatSchG in Übereinstimmung mit Art. 16 FFH-RL anzuwenden.[33]

Bei der Prüfung von Alternativen im Sinne von Art. 16 FFH-RL ist in der Bauleitplanung zu berücksichtigen, daß die Belange von Vögeln und Fledermäusen häufig nicht durch die Existenz der Windkraftanlagen an einzelnen Standorten, sondern durch deren Betrieb gestört werden. Deshalb sind in der Bauleitplanung zunächst Festsetzungen zu prüfen, die einen mit den Anforderungen des Artenschutzes vereinbaren Betrieb bestimmen. Auf diese Weise können nicht nur ungeeignete Standorte von einer Bebauung freigehalten und diesen eine artenschutzverträgliche Nutzung zugewiesen werden. Die Ermächtigungsgrundlage in § 9 Abs. 2 BauGB erlaubt es auch, die Nutzungsdauer von Anlagen so zu bestimmen, dass der Betrieb der Anlagen in Zeiträumen, in denen die Fledermäuse gestört werden können, unzulässig ist. Gem. § 9 Abs. 2 BauGB darf die Nutzungsdauer sogar in nach Tagen bestimmte Zeiträume festgesetzt werden.[34] Zulässig, wenn auch umstritten,[35] ist es, Festsetzungen über die Zulässigkeit zu bestimmten Tageszeiten zu

---

[26] Vgl. VG Gera, RdL 2006, 63-65.

[27] Vgl. VG Stuttgart, NuR 2005, 673-675; OVG Koblenz, NuR 2006, 520 ff.

[28] Vgl. Louis/Wolf, NuR 2002, 455, 460.

[29] zur unzureichenden inhaltlichen Umsetzung des Art. 16 FFH-Richtlinie durch § 43 Abs. 4 BNatSchG, vgl. z.B. Louis, Artenschutz in der Fachplanung, NuR 2004, S. 557, 559.

[30] Rs. C-98/03.

[31] S. a. VG Koblenz, ZfB 2006, 209-211.

[32] Vgl. BVerwG, NVwZ 2006, 1161; Vogt, ZUR 2006, 21, 24.

[33] Ebenso Nr. 2 der LANA-Hinweise.

[34] Vgl. Söfker, in: Ernst/Zinkahn/Bielenberg/Krautzberger, BauGB § 9 Rn. 240k; Battis/Otto, UPR 2006, 165 ff.

[35] Ablehnend Kuschnerus, Der sachgerechte Bebauungsplan, Rn. 660.

treffen.[36] Auch kann das schutzbedürftige Verhalten der Fledermäuse als besondere Umstände nach § 9 Abs. 2 Satz 1 Nr. 2 BauGB zur Festsetzung von Betriebsbeschränkungen führen. Alternativ können auf der Grundlage von § 9 Abs. 4 BauGB in Verbindung mit den Grünordnungsplänen, z. B. § 6 BbgNatSchG, Festsetzungen über Maßnahmen des Naturschutzes zur Vermeidung von Beeinträchtigungen von Natur und zum Schutz bestimmter Teile von Natur erlassen werden. Maßnahmen in diesem Sinne können auch Betriebsbeschränkungen sein. Ergänzend können derartige Betriebsbeschränkungen auch durch städtebauliche Verträge vereinbart werden. Jedenfalls sind diese zum Schutz der Fledermäuse erforderlichen Beschränkungen in der Begründung des Bebauungsplans zu beschreiben. Wenn der Betrieb der Windkraftanlagen planerisch jedoch nicht gesteuert werden kann und auch die Befreiungsvoraussetzungen nach § 62 BNatSchG iVm. Art. 16 FFH-RL nicht vorliegen, muss auf die Festsetzung von Standorten verzichtet werden.

[36] Vgl. Söfker, in: Ernst/Zinkahn/Bielenberg/Krautzberger, BauGB § 9 Rn. 240k.

Summary

The protection status of bats and its implication in urban landuse planning and licensing procedure

All bats are specially and strictly protected species according to § 10 (2), no. 10 b aa) and no. 11 of the Federal law for Nature Protection and to Annex IV of the Habitats Directive. Concerning planning and licensing procedures, the interdictions for species protection according to § 42 (1) no. 1 of the Federal Law for Nature Protection are valid. Exemptions can only be made under the strict conditions of § 62 in connection with Art. 16 of the Habitats Directive. Concerning foraging areas of bats, the interdiction of killing and injury of bats is valid, therefore wind turbines are not allowed in these places. For roosting places (including reproduced roosts) even unintentional disturbance is prohibited.

Dr. Christian-W. Otto, Kanzlei Thur Fülling Otto, Meinekestraße 26, D-10719 Berlin

Nyctalus (N.F.), Berlin **12** (2007), Heft 2-3, S. 170-181

Fledermäuse und Windenergieanlagen in Sachsen - Ergebnisse einer landesweiten Studie 2006

Von KAREEN SEICHE, Dresden, PETER ENDL, Filderstadt, und MARTA LEIN, Radebeul

Mit 2 Abbildungen

1 Einleitung und Fragestellung

Die Mehrheit bislang in Deutschland durchgeführter Untersuchungen zum Konfliktfeld Fledermäuse und Windenergie bezieht sich auf einzelne Windparkstandorte oder umfasst Untersuchungen in wenigen ausgewählten Naturräumen. Als Untersuchungszeitraum wurde überwiegend der Spätsommer und Herbst gewählt. Großräumig angelegte, systematische Untersuchungen, die jahreszeitlich über einen längeren Zeitraum (Wochenstubenzeit und Herbstzug) in unterschiedlichen Naturräumen stattfanden und daher einen Überblick zu räumlichen und zeitlichen Gefährdungsschwerpunkten ermöglichen, sind bisher in Deutschland nicht durchgeführt worden.

Für Sachsen wurde im Rahmen von Untersuchungen im Windpark Puschwitz (TRAPP et al. 2002) die Kollisionsgefahr von Fledermäusen an WEA erstmals deutlich. Unklar war, ob es sich dabei um einen Einzelfall oder eher um die Spitze des Eisberges handelte.

Diese Situation führte in Sachsen zu großen Unsicherheiten in der Planungspraxis. Durch die zuständigen öffentlich-rechtlichen Genehmigungsbehörden werden bislang entsprechend weitgreifende Regelungen im Sinne eines vorbeugenden Artenschutzes beauflagt. Die Erforderlichkeit dieser weitgreifenden Regelungen ist jedoch oftmals den Windenergieparkbetreibern nur schwer vermittelbar, die dadurch hohe wirtschaftliche Einbußen befürchten.

So entstand die Idee zu einem Gemeinschaftsprojekt, welches von Fachleuten des Naturschutzes (Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Regierungspräsidium Dresden/Umweltfachbereich), der Vereinigung zur Förderung der Nutzung erneuerbarer Energien e. V. (VEE Sachsen e. V.) und dem Bundesverband WindEnergie e. V. (BWE) gemeinsam begleitet und vom Freistaat Sachsen und den beiden Verbänden zur Förderung der Windenergie paritätisch finanziert wird.

Über detaillierte Untersuchungen zu Fledermäusen in verschiedenen Windparks in Sachsen sollten das Gefährdungspotenzial, die Gefährdungsumstände und Möglichkeiten zur Lösung und Vermeidung von Konflikten aufgezeigt werden. Eine wesentliche Zielsetzung bestand darin, verallgemeinerbare Aussagen zur Gefährdung und Konfliktminderung von Fledermäusen an Windenergieanlagen in Sachsen zu treffen. Dies setzte einen hohen Untersuchungsumfang und eine repräsentative Auswahl der zu untersuchenden Standorte nach Naturraum, standörtlichen Gegebenheiten, Anlagenzahl und Anlagentyp (Nabenhöhe, Rotordurchmesser) voraus. Darüber hinaus sollten Zusammenhänge zwischen Witterungsgeschehen und dem Auftreten von Totfunden erfasst werden.

Im Rahmen der Studie fanden Untersuchungen in insgesamt 24 Windparks mit 137 Windenergieanlagen (WEA) statt. Von zwei weiteren sächsischen Windparks mit insgesamt acht WEA wurden die Ergebnisse beauflagter Totfundsuchen im Rahmen von Monitoringprogrammen ergänzend mit ausgewertet.

Naturräumlich wurden sowohl reine Agrar-

landschaften im Flachland, als auch Standorte auf Bergkuppen im Mittelgebirge (max. 800 Höhenmeter) einbezogen. Ein WEA- Standort befand sich in einem Kiefernstangenholz. Windparks in größeren, für Fledermäuse wertvollen Waldbereichen wurden in Sachsen bislang nicht errichtet, so dass diese konfliktträchtige Situation auch nicht untersucht wurde.

2 Methoden

2.1 Totfundsuche

Die umfangreichen Untersuchungen zu Fledermäusen in 26 sächsischen Windparks mit insgesamt 145 Anlagen setzten die Zusammenarbeit von Fachleuten des Naturschutzes und Windparkbetreibern voraus. Um die große Anzahl von Anlagen kontinuierlich über den Zeitraum Mitte Mai bis Ende September kontrollieren zu können, war die Mithilfe von insgesamt 27 Personen (freie Mitarbeiter, Studenten, ehrenamtliche Naturschützer) notwendig.

Die Totfundsuche erfolgte nach standardisierten Methoden. Die WEA wurden bei den Begehungen vom Mastfuß ausgehend spiralförmig und streifenförmig (1 bis 2 m Streifen) abgesucht, bis der Rotorradius zzgl. 25% der jeweiligen Anlage erreicht war. Flächen mit sehr hoher Vegetationsdichte (z. B. Getreide ab einer Aufwuchshöhe von ca. 60 bis 70 cm, dichte Hochstaudenflächen, dichtes Kiefernstangenholz) wurden aufgrund zu schlechter Absuchbarkeit bei den Begehungen nicht berücksichtigt. Das Absuchen erfolgte nach Möglichkeit in den frühen Morgenstunden oder am Vormittag. Jeder Totfund einer Fledermaus wurde protokollarisch aufgenommen und die toten Fledermäuse als Belege gesichert. Die Zeitdauer der Suche ist von der Flächennutzung abhängig und nahm ca. 30 Minuten pro Begehung einer Anlage in Anspruch.

Im Zeitraum vom 15. Mai bis 30. September 2006 wurden zwei Begehungen pro Woche an allen Standorten vorgenommen. Darüber hinaus fanden von Anfang August bis Ende September (Herbstzugzeit der Fledermäuse) an zehn ausgewählten Standorten mit insgesamt 65 Anlagen fünf Begehungen pro Woche statt. Abweichend davon wurde jedoch an drei Standorten vorzeitig im Juli mit den intensiven Begehungen begonnen, da sich hier in den warmen und windarmen Sommernächten schon während der zweimaligen Begehungen pro Woche eine hohe Mortalität zeigte.

2.2 Untersuchung der Totfunde

Zur Bestimmung von Art, Alter, Geschlecht sowie um Informationen über den Zustand und Status des Schlagopfers zu erhalten, wurden die Fledermäuse von Dr. U. ZÖPHEL (Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie) und Dr. D. HEIDECKE (Institut für Biologie / Zoologie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg) begutachtet.

2.3 Detektorbegehungen

An ausgewählten WEA-Standorten (n = 11) erfolgte eine Erfassung der Fledermausfauna mittels Detektor. Dabei wurden sowohl optische als auch akustische Nachweise erhoben. Verwendet wurden dabei Halogenscheinwerfer und ein hochauflösendes Nachtsichtgerät (ITT Night-Mariner). Die Aufnahme der Lautäußerungen erfolgte über den Einsatz eines Fledermausdetektors (Pettersson D240x) mit anschließender Analyse der Rufe (10-fach gedehnt) mittels Pettersson-BatSound-Software.

3 Ergebnisse

3.1 Artenspektrum, Geschlecht und Alter

3.1.1 Artenspektrum

Ergebnisse der Totfundsuche

Insgesamt wurden unter den Totfunden neun verschiedene Fledermausarten registriert. Mit insgesamt 59 Tieren (51,7 %) war der Abendsegler (*Nyctalus noctula*) am häufigsten vertreten, gefolgt von Rauhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) mit 24 Tieren (21 %) und Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) mit 15 Tieren (13,2 %). Weitere 3,5 % mit je

vier Exemplaren nehmen die Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*) und die Breitflügelfledermaus (*Eptesicus serotinus*) ein. Die Mückenfledermaus (*Pipistrellus pygmaeus*) ist mit 3 Totfunden vertreten, dies entspricht 2,6 %.

Einen nur geringen Anteil von lediglich 0,9 % mit einem Tier entfallen auf das Große Mausohr (*Myotis myotis*), die Nordfledermaus (*Eptesicus nilssonii*) und den Kleinen Abendsegler (*Nyctalus leisleri*). Zwei Fledermäuse konnten nicht eindeutig bestimmt werden (nur noch stark verweste Reste) und stellen einen Anteil von 1,8 % der Totfunde dar.

Ergebnisse der Detektorbegehungen

An den meisten Standorten wurde im Rahmen der Detektorbegehungen ein breites Artenspektrum nachgewiesen.

Von den nachgewiesenen Arten eines Gebietes war nur ein Teil auch unter den Totfunden vertreten.

So konnten mittels Detektorbegehungen Mopsfledermaus, Bartfledermaus, Fransenfledermaus, Langohr sowie Wasserfledermaus nachgewiesen werden, die jedoch nicht zu den Kollisionsopfern an den 2006 untersuchten Windenergieanlagen zählten.

Tab. 1 zeigt eine Gegenüberstellung der im Windpark über Detektorbegehungen nachgewiesenen Fledermausarten und der Fledermausarten, die in dem Windpark unter den Totfunden vertreten waren.

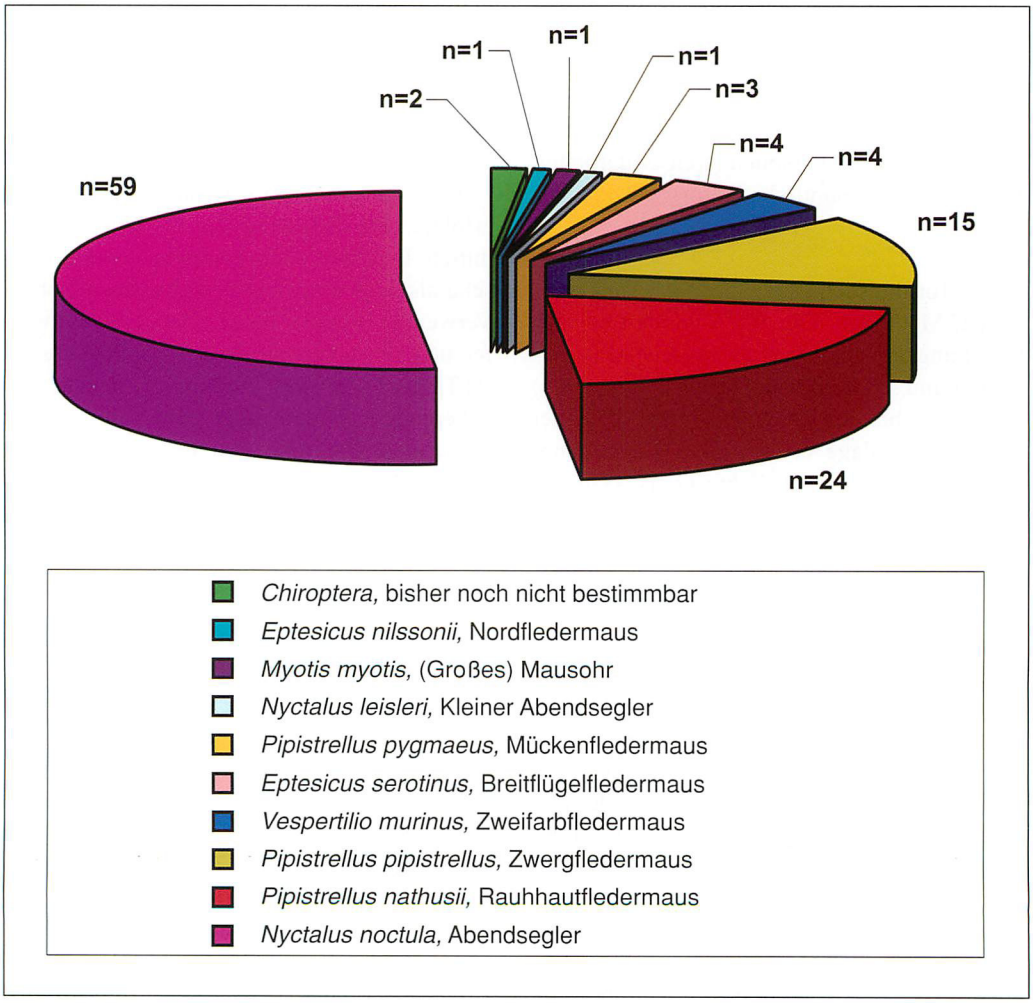


Abb. 1. Artenspektrum und absolute Anzahl der Fledermaustotfunde vom 15.05. - 30.09.2006

Tabelle 1. Nachgewiesenes Artenspektrum mittels Bat-Detektor und durch Totfunde betroffene Arten

Windpark	**Nachgewiesene Arten mittels Bat- Detektor** *(Kursiv*: Art ohne Totfund in dem Windpark)	**Betroffene Arten mit Totfunden**
A10	Abendsegler, *Bartfledermaus, Mopsfledermaus*, Mückenfledermaus, *Myotis* spec., Rauhautfledermaus, Zwergfledermaus	Abendsegler, Breitflügelfledermaus Mückenfledermaus, Rauhautfledermaus, Zwergfledermaus
B3	*Myotis* spec., Zwergfledermaus	*Chiroptera* (nicht näher bestimmbar)
A12	Abendsegler, *Bartfledermaus, Mopsfledermaus, Myotis* spec., Rauhautfledermaus	Abendsegler, Rauhautfledermaus, Zwergfledermaus
A11	Abendsegler, *Bartfledermaus, Breitflügelfledermaus, Fransenfledermaus, Mopsfledermaus,* Mückenfledermaus, *Myotis* spec., Zwergfledermaus	Abendsegler, Mückenfledermaus, Rauhautfledermaus, Zwergfledermaus
A9	*Bartfledermaus, Fransenfledermaus, Mopsfledermaus, Myotis* spec., Rauhautfledermaus, *Zwergfledermaus*	Abendsegler, Großes Mausohr, Rauhautfledermaus
A14	*Abendsegler, Bartfledermaus, Breitflügelfledermaus, Fransenfledermaus, Großes Mausohr, Kleiner Abendsegler, Langohr, Myotis* spec., *Wasserfledermaus,* Rauhautfledermaus	Rauhautfledermaus, Zwergfledermaus
A4	Abendsegler, *Bartfledermaus, Breitflügelfledermaus, Großes Mausohr, Kleiner Abendsegler, Myotis* spec., Rauhautfledermaus, *Zwergfledermaus*	Abendsegler, Mückenfledermaus, Rauhautfledermaus, Zweifarbfledermaus
C3	Abendsegler, *Bartfledermaus, Breitflügelfledermaus, Großes Mausohr, Mopsfledermaus, Myotis* spec., *Rauhautfledermaus, Zwergfledermaus*	Abendsegler
A7	Bartfledermaus, Mopsfledermaus, Zwergfledermaus	Abendsegler
B1	Abendsegler, Breitflügelfledermaus, Großes Mausohr, *Myotis* spec., Rauhautfledermaus	keine
B4	Großes Mausohr, Rauhautfledermaus, *Myotis* spec.	keine

3.1.2 Geschlechterverhältnis und Alter (Tab. 2)

Insgesamt zeigt sich ein ausgeglichenes Geschlechterverhältnis mit 49 Männchen zu 44 Weibchen. Demnach erscheint die Opferquote an WEA nicht geschlechterspezifisch. Betrachtet man das Geschlechterverhältnis der einzelnen Arten, so besteht beim Abendsegler ein ausgeglichenes Verhältnis mit 26 männlichen und 25 weiblichen Tieren. Unter den gefundenen Rauhautfledermäusen besteht hingegen ein starker Überschuss an männlichen Tieren. Mit 13 Männchen und lediglich sechs Weibchen ist das männliche Geschlecht mehr als doppelt so stark betroffen. Bei den Zwergfledermäusen überwiegen hingegen die weiblichen Tiere mit sieben gegenüber zwei männlichen Fledermaustotfunden.

Altersbedingt zeichnen sich deutliche Unterschiede in den Totfundraten ab. So ergibt sich ein deutlicher Überhang der Jungtiere (63 %) gegenüber den Alttieren (34 %), obwohl der Anteil der Alttiere in der Population an sich über dem der Jungtiere liegt. Von 57 Abendseglern, deren Alter eindeutig zugeordnet werden konnte, waren 54 der Individuen juvenil und lediglich drei adult. Dies deutet auf ein erhöhtes Kollisionsrisiko für Jungtiere unter den Abendseglern hin. Eine ebenfalls auffällige, ungleiche Altersverteilung ist unter den gefundenen Rauhautfledermäusen vorhanden. Mit 21 Individuen überwiegt der Anteil der adulten Tiere gegenüber zwei juvenilen Tieren. Von 15 Zwergfledermäusen waren neun Tiere juvenil und 6 Tiere adult.

Tabelle 2. Arten-, Alters- und Geschlechterverteilung der aufgefundenen Fledermäuse
(M= männlich, F= weiblich, Sex?= Geschlecht nicht bestimmbar, indet.= keine Ansprache von Alter und Geschlecht möglich)

	Adulte Fledermäuse			Juvenile Fledermäuse			indet.	Summe	Prozent
	M	F	Sex?	M	F	Sex?			
Abendsegler	2	1	-	24	24	6	2	**59**	**51,7**
Rauhautfledermaus	13	6	2	-	-	2	1	**24**	**21,0**
Zwergfledermaus	1	4	1	1	3	5	-	**15**	**13,2**
Mückenfledermaus	1	1	-	-	1	-	-	**3**	**2,6**
Zweifarbfledermaus	2	-	-	1	1	-	-	**4**	**3,5**
Breitflügelfledermaus	-	1	-	2	1	-	-	**4**	**3,5**
Kleiner Abendsegler	-	-	-	1	-	-	-	**1**	**0,9**
Nordfledermaus	1	-	-	-	-	-	-	**1**	**0,9**
Großes Mausohr	-	1	-	-	-	-	-	**1**	**0,9**
ohne Artansprache	-	-	2	-	-	-	-	**2**	**1,8**
Summe	20	14	5	29	30	13	3	**114**	**100**

3.2 Monatliche Verteilung der Totfunde (Tab. 3)

In den Monaten Mai und Juni ergab die Totfundsuche nur sehr wenige Kollisionsopfer Etwa 50 Prozent aller Kollisionsopfer wurden in den letzten zwei Juliwochen festgestellt. Eine höhere Mortalität von Fledermäusen an WEA wurde ebenfalls vom 15. August bis zum 25. August registriert.

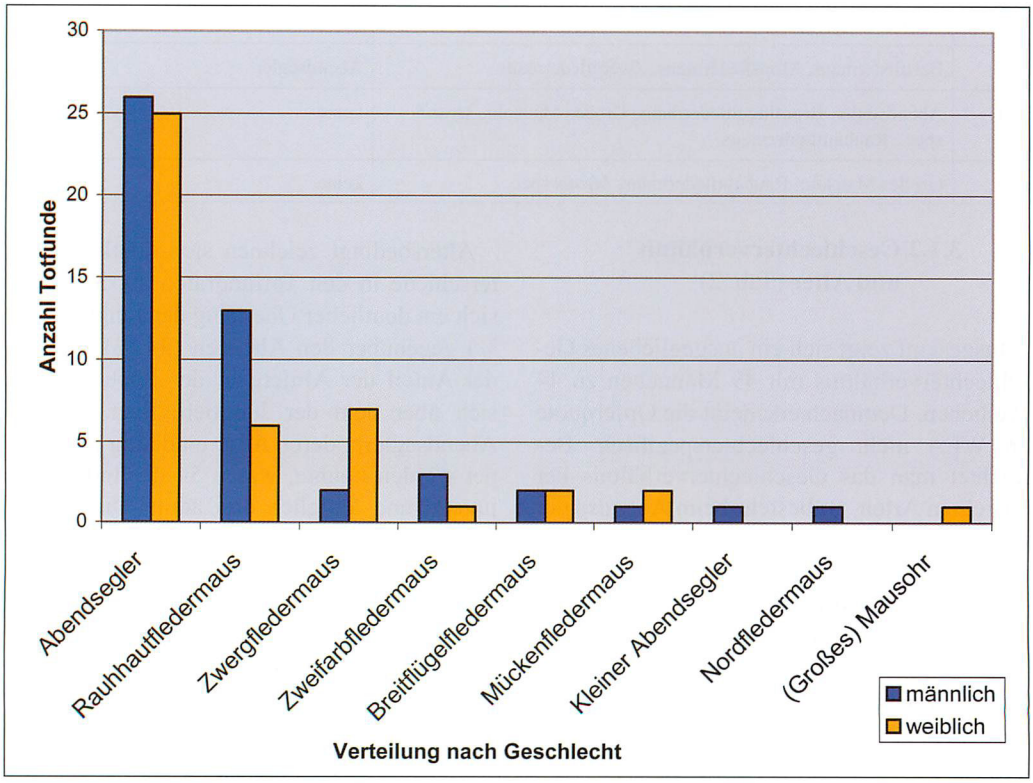


Abb. 2. Geschlechtsspezifische Verteilung der Totfunde bezogen auf die betroffenen Fledermausarten, Anzahl der nach Geschlecht bestimmbaren Totfunde (n = 93)

Tabelle 3. Altersverteilung der Totfunde nach Monaten (n = 114)

	15.5.- 31.5.2006 n = 624	1.6.- 30.6.2006 n = 957	1.7.- 31.7.2006 n = 993	1.8.- 31.8.2006 n = 2212	1.9.- 30.9.2006 n = 2034
Alttiere	3	3	9	16	6
Jungtiere	/	1	39	28	5
Nicht bestimmbar	/	/	/	/	3
Gesamtzahl Totfunde	3	4	48	45	14
Anzahl Totfunde/ Begehung/ WEA	0,0048	0,0041	0,0483	0,0203	0,0069

Im September konnten nur noch vereinzelt weitere Nachweise toter Fledermäuse unter WEA erbracht werden.

Die während der Kontrollen gefundenen Abendsegler verteilen sich schwerpunktmäßig auf den Zeitraum Mitte Juli bis Ende August. In der Nacht vom 25. zum 26. Juli stieg die Totfundrate des Großen Abendsegler stark an: an einem Standort im Naturraum der Muskauer Heide wurden 14 Tiere gefunden. Diese hohe Zahl an Totfunden in einer Nacht an einem Standort bildete jedoch eine Ausnahme.

Die Rauhautfledermaus als zweithäufigste Art der Totfundliste wurde im Mai mit drei, im Juni mit einem, im Juli mit drei, im August mit neun und im September mit acht Exemplaren tot aufgefunden.

Die Zwergfledermaus, als dritthäufigste Art mit insgesamt 15 Totfunden wurde vor allem im Juli (acht Totfunde) und August (sechs Totfunde) nachgewiesen.

Die Zweifarbfledermaus mit vier Totfunden wurde mit zwei Individuen Mitte Juni und einem Tier Anfang Juli an einem Standort im Naturraum der Muskauer Heide gefunden sowie im Osterzgebirge im September mit einem weiteren Exemplar.

Nachweise der in geringerer Anzahl unter den Totfunden auftretenden Arten, wie Mückenfledermaus, Breitflügelfledermaus, Kleiner Abendsegler, Nordfledermaus und Großes Mausohr verteilen sich auf den Zeitraum von Anfang Juli bis Ende August.

Bemerkenswert ist der Fund eines beringten Mausohres (Weibchen, beringt in Wochenstube 2005) vom 7. Juli in einem Windpark in einer Entfernung von ca. 80 km südwestlich vom Beringungsort. Weitere beringte Tiere konnten nicht nachgewiesen werden.

3.3 Naturräumliche Verteilung der Totfunde (Tab. 4)

Im Zeitraum vom 15. Mai bis zum 30. September wurden 26 Windparks (24 im Rahmen der Studie, zwei im Rahmen von Monitoringprogrammen) in elf unterschiedlichen Naturräumen Sachsens untersucht. Die Funde verteilen sich wie folgt auf die im Rahmen der Studie ausgewählten Windparks und Naturräume.

An den insgesamt 145 untersuchten Anlagen fanden von Mitte Mai bis Ende September insgesamt 6987 Kontrollen statt. Bei Betrachtung aller 6987 Kontrollen in Sachsen ergibt sich eine durchschnittliche Fundrate von 0,016 toten Fledermäusen pro Begehung pro WEA.

Tab. 4 zeigt große Unterschiede bei den Totfundraten im Vergleich der Windparks und der Naturräume. Sechs der 26 untersuchten Windparks weisen im Vergleich eine überdurchschnittliche Totfundrate auf. Bezogen auf einzelne Standorte ergeben sich für zwei Windparks (A11, A4) auffallend hohe Fundraten je Kontrolle einer WEA (ca. 53 % aller Totfunde). Für den Standort A4 im Naturraum Muskauer Heide sind es 0,081 Totfunde pro Begehung pro WEA. Im Naturraum Lausitzer Gefilde wurden in einem weiteren Windpark (A11) 0,0763 Totfunde pro Begehung pro WEA registriert.

Im Vergleich der Naturräume fällt die hohe Anzahl an Totfunden in der Muskauer Heide und dem Lausitzer Gefilde auf. Mit deutlich weniger Totfunden an Fledermäusen, aber immer noch mit überdurchschnittlicher Totfundrate, waren die Naturräume Düben-Dahlener Heide und Östliche Oberlausitz vertreten.

Tabelle 4. Verteilung der Fledermaustotfunde auf die Naturräume und Windparks (**fett**: Windpark bzw. Naturraum mit überdurchschnittlich hoher Totfundrate)

Naturräume in der Untersuchung	Windpark Code	Anzahl untersuchter WEA	Anzahl Kontrollen	Absolute Anzahl Funde	Anzahl Totfunde/ Kontrolle	Anzahl Totfunde/ Kontrolle/ Naturraum
Muskauer Heide	A4	5	395	32	**0,0810**	**0,0582**
	A14	3	189	2	0,0105	
Lausitzer Gefilde	A11	10	380	29	**0,0763**	**0,0697**
	A5	2	36	-	0	
Östliche Oberlausitz	A10	10	530	15	**0,0283**	**0,0168**
	A8	2	40	1	**0,0250**	
	A2	6	498	6	0,0120	
	A12	7	595	6	0,0100	
Mittelsächsisches Lößhügelland	A9	12	792	7	0,0088	0,0058
	C5	7	287	1	0,0034	
	A13	2	78	-	0	
	C4	5	205	-	0	
Düben - Dahlener Heide	C1	9	324	7	**0,0216**	**0,0216**
Östliches Erzgebirge	A3	3	123	1	0,0081	0,0029
	B3	7	399	1	0,0025	
	B7	3	171	-	0	
Westliches Erzgebirge	B4	13	455	1	0,0021	0,0016
	B5	5	170	-	0	
Mulde - Lößhügelland	A6	6	96	2	**0,0208**	0,0048
	A7	5	195	1	0,0051	
	B2	2	106	-	0	
	B1	6	228	-	0	
Leipziger Tieflandsbucht	C2	4	208	1	0,0048	0,0042
	C3	5	265	1	0,0037	
Östliches Vogtland	B6	3	114	-	0	0
Königsbrück-Ruhlander Heide	A1	3	108	-	0	0
Gesamtanzahl	**26**	**145**	**6987**	**114**		
Mittelwert					**0,0163**	**0,0168**

In allen weiteren Naturräumen mit ein bis zwei tot aufgefunden Fledermäusen ergeben sich entsprechend geringere Totfundraten.

3.4 Verletzungen und Zustand der gefundenen Fledermäuse (Tab. 5)

Drei Fledermäuse wurden noch lebend gefunden, verstarben aber einige Tage später trotz fachkundiger Pflege. Zwei der lebend ge-

Tabelle 5. Übersicht über die Verletzungsformen (Dr. D. Heidecke, Institut für Biologie / Zoologie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg), Anzahl untersuchter Fledermäuse: n= 96)

Art der Verletzung	Anzahl Verletzungen	Anzahl Verletzungen in %
Schädeltrauma (Schädelverletzung)	11	8,5 %
Oberarmfraktur (Oberarmbruch)	13	10,0 %
Unterarmfraktur (Unterarmbruch)	19	14,6 %
Flügelläsur (Flügelabschürfungen)	16	12,3 %
Flügel- (Patagium-)perforation (Flughautrisse oder -löcher)	11	8,5 %
Uropatagiumverletzung (Verletzungen der hinteren Flughaut)	2	1,5 %
„Schmorstellen" im Flügelbereich	10	7,7 %
Thorax (Brust) offene Wunde	2	1,5 %
Thorax (Brust) innere Verletzungen (Anprall)	2	1,5 %
Bauch offene Wunde	9	6,9 %
Bauch innere Verletzungen (Anprall)	19	14,6 %
dorsale (rückseitige) offene Wunden	7	5,4 %
dorsale (rückseitige) innere Verletzungen	6	4,6 %
Körper- / Organabtrennungen	3	2,3 %
ohne ersichtliche äußere Verletzung	7	5,4 %
ungeklärt (schlechter Erhaltungszustand)	20	15,4 %

fundenen Kollisionsopfer zeigten äußerlich sichtbare Frakturen. Bei einem weiteren Lebendfund konnten keine sichtbaren äußerlichen Verletzungen festgestellt werden. Es handelte sich um eine Rauhautfledermaus, die im Kopfbereich einen starken Milbenbefall aufwies. Eine Schwächung des Tieres durch die Milben ist möglich, aber scheidet als eigentliche Todesursache aus.

In der Übersicht Tab. 5 wird jede Verletzung aufgeführt, d.h. einige Tiere sind mehrfach enthalten. 77,5 % der Fledermäuse weisen frontale Verletzungen auf. Nur 22,5 % wurden rücklings (d. h. auf der Dorsalseite) verletzt. 50 % der Verletzungen betreffen die Extremitäten und Flughäute: Frakturen der Ober- und Unterarme, des Handbereiches und der Phalangen sowie größere und kleinere Perforationen von Chiro-, Plagio- und Uropatagium. 25 % der Verletzungen betreffen offene Wunden oder Prellungen von Bauch und Thorax sowie weitere 10 % offene Wunden und innere Verletzungen der dorsalen Körperpartie. Auch wenn sich dieser Prozentsatz durch weitere Untersuchungen noch erhöhen kann, so ist doch eine deutlicher Trend zu einer höheren Verletzungsrate des Flugapparates gegenüber der direkten Körperverletzung festzustellen, zumal in vielen Fällen Verletzungen an den Flügeln und am Körper auftreten.

Für 21 % der Tiere ergaben sich keine Hinweise, meist aufgrund des schlechten Erhaltungszustandes der Kadaver. 5,4 % der Fledermäuse, die im frisch toten Zustand aufgelesen wurden, zeigten keinerlei Verletzungen.

4 Diskussion

4.1 Artenspektrum und Status der an den Windenergieanlagen kollidierten Fledermäuse

Bei den Totfunden im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden neun Arten festgestellt. Insgesamt sind in Sachsen bislang 19 Fledermausarten nachgewiesen. Demnach waren ca. die Hälfte der sächsischen Fledermausarten von Kollisionen mit WEA betroffen. Ein Teil der Arten trat wahrscheinlich auch nicht im Umkreis von WEA auf. Für ei-

nige Fledermausarten liegen jedoch Detektornachweise in den Windparks bzw. ihrem unmittelbaren Umfeld vor. Über Detektorbegehungen an ausgewählten Standorten konnten insgesamt 14 Fledermausarten festgestellt werden. Demnach gab es eine Anzahl von Arten, die ebenfalls in der Nähe der WEA gejagt haben, aber offensichtlich nicht mit den Rotorflügeln kollidiert sind. Dazu gehören Große bzw. Kleine Bartfledermaus, Fransenfledermaus, Braunes bzw. Graues Langohr, Mopsfledermaus und Wasserfledermaus. Zu berücksichtigen sind hierbei die Grenzen der Artbestimmung bei Detektorerfassungen und die geringe Reichweite der Laute einiger Arten.

Bei der Geschlechterverteilung zeigt sich mit insgesamt 49 Männchen und 44 Weibchen ein relativ ausgewogenes Verhältnis. Unausgeglichene Verhältnisse treten bei Rauhautfledermaus (13 Männchen, sechs Weibchen), Zwergfledermaus (zwei Männchen, sieben Weibchen) und Zweifarbfledermaus (drei Männchen, ein Weibchen) auf. Erklärungsmöglichkeiten bestehen in der Lage von Männchenquartieren im Umfeld eines Windparkes (z. B. für Zweifarbfledermaus im Sommer große Männchenkolonien bekannt) oder in der Nähe zu Wochenstuben (z. B. bei Zwergfledermaus in Oberlausitz). Es ist jedoch auf Grund der vorhandenen Datenlage auch nicht auszuschließen, dass die unausgeglichenen Geschlechterverhältnisse bei diesen Arten zufallsbedingt auftreten.

Interessant ist die altersspezifische Verteilung der Totfunde. So sind 66 % der Kollisionsopfer juvenil und lediglich 34 % der Kollisionsopfer adult. Am eindrucksvollsten ist die ungleiche Verteilung beim Abendsegler. Bei 54 von 57 Individuen des Abendseglers, deren Alter bestimmbar war, handelte es sich um juvenile Tiere, so dass bei dieser Art ein erhöhtes Kollisionsrisiko für Jungtiere eindeutig ist. Eine Erklärung für den hohen Anteil an Jungtieren unter den Abendseglern könnte das von Horn & Arnett (2005) mehrfach beobachtete Inspektionsverhalten nach Auflösung der Wochenstuben sein. Horn & Arnett berichten, wie einzelne Fledermäuse den Mast und die sich langsam drehenden Rotoren inspizieren, indem sie wiederholte Male nahe am Flügel vorbeifliegen oder versuchen die Spitze der sich langsam drehenden Rotoren zu jagen. Das Inspektionsverhalten dürfte im Zeitraum Mitte Juli bis Mitte September nach Auflösung der Wochenstuben besonders ausgeprägt sein. Für diesen Zeitraum wurden in bisher durchgeführten Studien sowie auch in der vorliegenden Studie die größten Anzahlen an Kollisionsopfern gefunden. So ist anzunehmen, dass es bei den Großen Abendseglern zu einer Gewöhnung oder Meidung der WEA durch adulte Tiere kommt, wohingegen juvenile Tiere infolge ihrer Unerfahrenheit und ihres Neugierverhaltens häufiger von den Rotoren erfasst werden.

Ein ähnlicher Sachverhalt könnte bei der Breitflügel- und Zwergfledermaus zu dem höheren Anteil juveniler Kollisionsopfer geführt haben.

Bei der Rauhautfledermaus überwiegen die adulten Tiere unter den Totfunden (21 adulte Tiere von 24 Totfunden). Da Sachsen überwiegend als Durchzugs- und Rastgebiet dieser Art frequentiert wird und Vermehrungsnachweise hier bisher nur in zwei Fällen gelangen, kann vermutet werden, dass erhöhte Mortalitätsraten von Jungtieren auf Grund von Unerfahrenheit eher im engeren Wochenstubenbereich (überwiegend außerhalb Sachsens) kurz nach dem Ausfliegen auftreten und zu einem späteren Zeitpunkt keine große Rolle mehr spielen.

4.2 Monatliche Verteilung der Totfunde

Die vorliegende Studie erfasst im Untersuchungszeitraum sowohl die Wochenstubenzeit, als auch den Herbstzug. Bezüglich des Untersuchungszeitraumes liegen unmittelbar vergleichbare Studien bundesweit nicht vor, v.a. bezogen auf eine systematische Totfundsuche zur Wochenstubenzeit. Die Untersuchungen erfolgten überwiegend im Spätsommer und Herbst. Etliche Studien belegen (u. a. Keeley et al. 1999; Dürr & Bach 2004; Endl et al. 2004, Brinkmann et al. 2006), dass die Kollisionen schwerpunktmäßig von Ende Juli,

nach Auflösung der Wochenstuben bis Ende September, d. h. zum Herbstzug, auftreten. In der Studie von Brinkmann et al. (2006) wurden höhere Kollisionsopferzahlen vor allem bei der Zwergfledermaus im August nach Auflösung der Wochenstuben ab Mitte bis Ende Juli nachgewiesen.

Für den Untersuchungszeitraum von Mitte Mai bis Ende Juni (zwei Begehungen/WEA/Woche) wurden nur sieben Totfunde festgestellt. Alle sieben Totfunde erfolgten in Ostsachsen (Muskauer Heide, Östliche Oberlausitz). Dieses Ergebnis belegt, dass zur Wochenstubenzeit in Sachsen nur wenige Fledermäuse an WEA verunglücken. Brinkmann et al. (2006) kamen in ihrer Studie für ein Untersuchungsgebiet in Baden-Württemberg, die auch einige Begehungen im Frühjahr und zur Wochenstubenzeit einschloss, zu demselben Ergebnis. Im Ergebnis amerikanischer Untersuchungen (Erickson et al. 2002 u. a.) wurde festgestellt, dass sich residente Arten an Windparks gut gewöhnen können und sogar problemlos zwischen Rotorblättern jagen.

Mit vier Totfunden der Rauhautfledermaus im Frühjahr (drei davon im Mai, also noch zur Durchzugszeit der Art in Sachsen, ein Totfund im Juni) war der Anteil dieser Art bei den Totfunden von Mitte Mai bis Ende Juni am größten. Im Weiteren wurden zwei Zweifarbfledermäuse und ein Abendsegler (alles drei Männchen, gefunden in einem Windpark im Naturraum Muskauer Heide) festgestellt. Demnach handelt es sich auch bei den Totfunden zur Wochenstubenzeit eher um wandernde bzw. nicht ortsansässige Arten.

Die höchsten Totfundraten traten ca. Mitte Juli bis ca. 20. August auf. Dies betrifft den Zeitraum der Auflösung der Wochenstuben, noch nicht den eigentlichen Herbstzug (mit Ausnahme der Rauhautfledermaus). Dieser wird für den Abendsegler in Sachsen für den Zeitraum von Mitte September bis Mitte Oktober angegeben, für die Rauhautfledermaus vom August bis November (LfUG & NABU 1999).

Bei einer angenommenen Geburt der Jungtiere bei den meisten Fledermausarten Anfang bis Mitte Juni (Natuschke 2002/Reprint von 1960, Skiba 2003) und den ersten Flugversuchen nach 5 bis 6 Wochen fliegen im Durchschnitt im Juli die ersten Jungtiere aus. Dies könnte die hohe Totfundrate im Juli und den hohen Anteil an Jungtieren bei den Totfunden in diesem Zeitraum (ca. 81 %, siehe Tab.2) erklären. Im August ist ebenfalls eine hohe Totfundrate zu verzeichnen, wobei hier das Auftreten der Rauhautfledermaus (neun Totfunde, alles adulte Tiere) ab Mitte August bereits als Zug anzusehen ist. Insgesamt ist bei den im August verunglückten Tieren wiederum ein hoher Anteil an Jungtieren festzustellen. Er liegt bei Herausnehmen der adulten Rauhautfledermäuse als Zugerscheinung bei ca. 71 %.

Deutlich wird aus den Untersuchungen, dass die Wochenstubenzeit als relativ unproblematisch angesehen werden kann, während der Zeitraum der hauptsächlichen Gefährdung mit dem Ausfliegen der unerfahrenen Jungtiere in einem Zusammenhang steht. Zur eigentlichen Hauptzugzeit im September ist die Anzahl an Totfunden wieder deutlich geringer.

4.3 Naturräumliche Verteilung der Totfunde

Durch die relativ hohe Anzahl untersuchter Windparks und die Lage der Windparks in elf unterschiedlichen Naturräumen Sachsens ist im Ergebnis der Untersuchungen erstmals ein landesweiter Vergleich der Problemsituation möglich. Bei Untersuchungen von Windparks in Ostsachsen hatte sich in den Vorjahren bereits gezeigt, dass gehäuft Totfunde von Fledermäusen unter WEA auftreten. Von diesen, zunächst überraschenden Funden ausgehend wurde bislang angenommen, dass es in allen Windparks Sachsens mehr oder weniger zu Kollisionen zwischen Fledermäusen und WEA kommt.

Im Ergebnis der vorliegenden Untersuchungen ergibt sich jedoch ein stark differenziertes Bild. Die hohen Totfundraten betreffen im Wesentlichen folgende Naturräume in Ostsachsen: Muskauer Heide, Lausitzer Gefilde und Östliche Oberlausitz. Das heißt jedoch nicht, dass in anderen Naturräumen keine konfliktträchtigen Standorte auftreten können (z. B. im oder am Wald, in der Nähe von Feucht-

gebieten). Im Naturraum Düben-Dahlener Heide wurde bei dem einen untersuchten Windpark ebenfalls eine überdurchschnittliche Totfundrate festgestellt. Dieser Windpark befindet sich in der Nähe von Waldbereichen sowie der Elbe.

Die drei Fledermausarten mit der höchsten Totfundrate im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen (Großer Abendsegler ca. 52 %, Rauhautfledermaus ca. 21 %, Zwergfledermaus ca. 13 % der Totfunde) besitzen ihr sächsisches Hauptverbreitungsgebiet in der Region Ostsachsen (LfUG & NABU 1999), so dass ein Zusammenhang zwischen der Lage der Wochenstuben und der Kollisionsgefahr für Fledermäuse an WEA wahrscheinlich ist.

Da es sich bei den Totfunden überwiegend um wandernde Arten handelt, wäre neben der Nachweishäufigkeit von Fledermausquartieren in einem Gebiet auch das Vorhandensein von Fledermauszugkorridoren ein wesentlicher Aspekt, der zu verstärkten Kollisionen führen kann. Es liegt aber derzeit keine Datenlage vor, die Rückschlüsse auf Zugkorridore in Sachsen ermöglicht. Neben den „Zugkorridoren" sind auch nahrungsreiche Gebiete als Rast- und Sammelgebiete von Bedeutung. In diesem Zusammenhang sind die Abendsegler- Konzentrationen markant. Bei der Rauhautfledermaus (wie auch beim Abendsegler) können auch Paarungsquartiere eine Rolle spielen. Die Männchen halten sich dann längere Zeit in einem Gebiet auf.

4.4 Verletzungen und Zustand der gefundenen Fledermäuse

77,5 % der Fledermäuse weisen frontale und 22,5 % dorsale Verletzungen auf. 50 % der Verletzungen betreffen die Extremitäten und Flughäute. Eine Kollision der Fledermäuse mit den drehenden Rotoren ist als Erklärungsmöglichkeit anzunehmen. Auf Grund der überwiegend frontalen Verletzungen scheinen die Tiere v. a. beim Anflug im Bereich der sich drehenden Rotorflügel zu verunglücken. Die Fledermäuse ohne äußere Verletzungen zeigen, dass Fledermäuse nicht zwangsläufig nur durch eine Kollision zu Tode kommen. Möglich wären auch innere Blutungen durch Verwirbelungen oder extreme Druckverhältnisse im Bereich der Rotoren. Die Todesursache der Fledermäuse ohne äußerlich sichtbare Verletzungen ist gegenwärtig nicht erklärbar.

Weiterführend zu den hier aufgeführten Untersuchungen bezüglich der äußeren Verletzungen werden die toten Fledermäuse seziert und einer Tollwutuntersuchung zugeführt.

Danksagung

Die Studie wurde von zahlreichen Mitarbeitern bei der Vorbereitung und Durchführung unterstützt. Allen Mitarbeitern sei an dieser Stelle für ihr Engagement gedankt. Einige sollen hier stellvertretend für alle genannt werden: Dr. U. ZÖPHEL (Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie), F. FÖRSTER (Regierungspräsidium Dresden), C.-D. KECK und Dr. MATTHÄI (VEE Sachsen), J. KRONENWERTH (WSB Projekt GmbH), W. POICK (ehrenamtlicher Fledermausschutz), D. ZIESCHANG (freiberufliche Biologin), K. LOHMANN und C. BALZKE (freiberufliche Landschaftsplanerinnen).

Zusammenfasssung

Die vorläufigen Ergebnisse der Studie in Sachsen zeigen ein räumlich und zeitlich differenziertes Gefährdungspotenzial von Fledermäusen an Windenergieanlagen. Insgesamt wurden 26 Windparks mit 145 WEA untersucht. Die Anzahl tot aufgefundener Fledermäuse beträgt 114. Der höchste Anteil entfällt auf den Abendsegler mit ca. 52 %, gefolgt von der Rauhautfledermaus mit 21 % und der Zwergfledermaus mit 13 %. Dabei stellen die Jungtiere einen Anteil von 63 %. In sieben untersuchten Windparks traten mehr als fünf Totfunde auf. Demnach ergab sich in Sachsen 2006 für ca. ein Drittel der untersuchten Windparks ein besonders hohes Kollisionsrisiko.

Die Ergebnisse der Studie werden in einem Abschlußbericht zusammengefasst, der im Weiteren auch den Zusammenhang zwischen landschaftlichen Gegebenheiten (u. a. Abstand der WEA zu Gehölzen), Wetter (Temperatur, Windgeschwindigkeiten), Anlagentypen (Nabenhöhe, Rotorlänge) und dem Kollisionsrisiko für Fledermäuse untersucht.

Wünschenswert sind weitere Detailuntersuchungen in ausgewählten Windparks in Sachsen, die Aussagen zu Faktoren für erhöhte Mortalitätsraten ermöglichen. In diesem Rahmen ist z.B. der Zusammenhang zwischen der Nähe der Wochenstuben zu Windparks und dem Gefährdungspotenzial für Fledermäuse zu prüfen sowie der Zusammenhang zwischen Witterung und Mortalität von Fledermäusen unter WEA.

Summary

Bats and wind turbines in Saxony - results of a regionwide study in 2006

The study investigated relationships between bats and

wind turbines in 26 wind farms with a total of 145 wind turbines in Saxony. Fatality searches were conducted between 15 May and 30 September. A total of 114 bat fatalities were found during searches. Nine species were killed: Noctule bat (Nyctalus noctula) 52 %, Nathusius` pipistrelle (Pipistrellus nathusii) 21 %, Common pipistrelle (Pipistrellus pipistrellus) 13 %, Parti- coloured bat (Vespertilio murinus) 3,5 %, (Eptesicus serotinus) 3,5 %, Soprano pipistrelle (Pipistrellus pygmaeus) 2,6 %, Leisler`s bat (Nyctalus leisleri) 0,9 %, Greater mouse- eared bat (Myotis myotis) 0,9 % and Northern bat (Eptesicus nilsonii) 0,9 %. More juvenile bats (63 %) were found than adult bats.

Bats fatalities showed a very different pattern in time and landscape. Especially high numbers of bats (67%) were found in 3 wind farms in the eastern part of Saxony. Bat fatality was the highest in July and August.

The results of our study will be summarized in a final report, including relationships between weather and turbine variables. Numerous questions require further investigation to advance our understanding of bat fatality at wind turbines, for example the relationships between the distance from wind turbines to nursery roosts and bat fatality. An associated question is the impact of bat fatality at wind turbines on the bat population on a local level.

Schrifttum

BENGSCH, S. (2006): Fledermäuse im Konflikt mit der Windenergie – Kollisionsopfer an Windenergieanlagen der Nauener Platte in Brandenburg. Studienjahresarbeit an der Humboldt-Univ. Berlin (unveröff.).

BRINKMANN, R., SCHAUER-WEISSHAHN, H., & BONTADINA, F. (2006): Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg. Gutachten i. A. Regierungspräsidium Freiburg, gefördert durch Stiftung Naturschutzfonds Bad.-Württ. (unveröff.).

DÜRR, T., & BACH, L. (2004): Fledermäuse als Schlagopfer von Windenergieanlagen – Stand der Erfahrungen mit Einblick in die bundesweite Fundortkartei. Bremer Beitr. Naturkd. Natursch. **7**, 253-263.

ENDL, P., ENGELHART, U., SEICHE, K., TEUFERT, S., TRAPP, H., WERNER, M., & DRESSLER, I. (2004): Untersuchungen zum Verhalten von Fledermäusen und Vögeln an ausgewählten Windkraftanlagen. Gutachten i. A. Staatl. Umweltfachämter Bautzen u. Radebeul.

ERICKSON, W., JOHNSON, G., YOUNG, D., STRICKLAND, D., GOOD, R., BOURASSA, M., & BAY, K. (2002): Synthesis and comparison of baseline avian and bat use, raptor nesting and mortality from proposed and existing wind development. Paper (unpubl., 96 pp.).

HORN, J., & ARNETT, E. B. (2005): Timing of nightly bat activity and interactions with wind turbine blades, p. 96-116. In: ARNETT, E. B.: Relationship 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).

KEELEY, B. W., UGORETZ, S., & STRICKLAND, D. (2001): Bat Ecology and Wind Turbine Considerations, National Wind Coordinating Commitee (ed.). National Avian-Wind Power Planning Meeting **4**, 135-146. Washington D. C.

NATUSCHKE, G. (1960). Heimische Fledermäuse. Neue Brehm-Büch, Bd. **269**. Wittenberg-Lutherstadt (Reprint 2002).

LfUG & NABU (1999): Fledermäuse in Sachsen. Materialien zu Naturschutz u. Landschaftspflege. Dresden.

SKIBA, R. (2003): Europäische Fledermäuse. Neue Brehm-Büch., Bd. **648**. Wittenberg Lutherstadt.

TRAPP, H., FABIAN, D., FÖRSTER, F., & ZINKE, O. (2002): Fledermausverluste in einem Windpark in der Oberlausitz. Naturschutzarb. in Sachsen **44**, 53-56.

KAREEN SEICHE, Zschierener Elbstraße 8, D-01259 Dresden, E-Mail: Kareen.Seiche@t-online.de
PETER ENDL, Mörikestraße 11, D-70794 Filderstadt, E-Mail: peterendl@t-online.de
MARTA LEIN, Hinter den Gärten 6 b, D-01445 Radebeul, E-Mail: marta.lein@web.de

Nyctalus (N.F.), Berlin **12** (2007), Heft 2-3, S. 182-198

Aktivität von Fledermäusen im Rotorbereich von Windenergieanlagen an bestehenden WEA in Südwestdeutschland

Teil 2: Ergebnisse

Von THOMAS GRUNWALD und FRANK SCHÄFER, Schöneberg/Hunsrück

Mit 11 Abbildungen

1 Einleitung

Die ersten Erkenntnisse zur Aktivität von Fledermäusen im Rotorbereich von Windenergieanlagen (WEA) im Zusammenhang mit dem Auftreten von Schlagopfern haben in jüngster Vergangenheit zu einer verstärkten Berücksichtigung dieser Thematik im Rahmen von Genehmigungsverfahren geführt. Aufgrund des oft nicht sicher prognostizierbaren Konfliktrisikos ist der Betrieb von WEA mittlerweile nicht selten an Auflagen zur Wirkungskontrolle hinsichtlich potenzieller Beeinträchtigungen der Fledermausfauna nach Inbetriebnahme der Anlagen gebunden (MLUR 2003, KUSENBACH 2005, BRINKMANN 2006). Neben Schlagopferkontrollen werden dabei zunehmend auch spezielle akustische Erfassungen von Fledermausaktivitäten im Rotorbereich von in Betrieb befindlichen WEA durchgeführt. Sie sollen sowohl ergänzende Hinweise auf Bedingungen, Risiken und mögliche Minderungsmaßnahmen am eigentlichen Standort liefern als auch zum allgemeinen Erkenntnisgewinn zu dieser Thematik beitragen. Dabei ist ein besonderes Augenmerk auf zukünftige Risikoabschätzungen an geplanten WEA-Standorten zu richten. Dies erscheint vor allem deshalb besonders notwendig, da bereits die ersten Ergebnisse von Höhenuntersuchungen im Rotorbereich (ARNETT 2005, SATTLER & BONTADINA 2005, 2006, GRUNWALD et al. 2007) zeigten, dass die herkömmlichen Erfassungen von Fledermausaktivitäten im bodennahen Bereich keinen direkten Rückschluss auf das Auftreten von Fledermäusen im freien Luftraum zulassen. Da die potenzielle Kollisionsgefahr allerdings den wesentlichen Gefährdungsfaktor für Fledermäuse an WEA darstellt, ist eine Gesamtbewertung der zu erwartenden Beeinträchtigungen i. d. R. nur sehr schwer möglich. Vorher-Untersuchungen zur Ermittlung der Höhenaktivität mittels Heliumballons, Drachen, Zeppelinen etc. sind nicht nur besonders aufwendig sondern liefern lediglich eingeschränkte Aussagen, da sie nur in sehr windarmen Nächten eingesetzt werden können (GRUNWALD et al. 2007). Fundierte Erkenntnisse zur Aktivität von Fledermäusen im Rotorbereich von WEA in Kombination mit Ergebnissen aus Schlagopferkontrollen (ARNETT 2005, BRINKMANN et al. 2006 b) sind sowohl für den Artenschutz als auch für die planungsrechtliche Sicherheit von Betreibern und Behörden von besonderer Bedeutung.

Im Rahmen geplanter Erweiterungen bestehender Windparks sowie im Zuge von Monitoringprogrammen wurden in den Jahren 2005 und 2006 an verschiedenen WEA-Standorten in Hessen und Rheinland-Pfalz Untersuchungen zur Aktivität von Fledermäusen im Gondelbereich von WEA durchgeführt. Zur Anwendung kam dabei die von GRUNWALD et al. (2007) beschriebene Technik der Funkübertragung von Echtzeitaufnahmen. An allen bearbeiteten Standorten wurde neben den Aufnahmen im Rotorbereich synchron die Aktivität von Fledermäusen im bodennahen Bereich mit baugleichen Erfassungsmodulen ermittelt. Prioritäres Ziel der Untersuchungen war es zunächst festzustellen, welche Arten in welcher Häufigkeit bzw. Aktivitätsdichte im Rotorbereich auftreten. Darüber hinaus sollten

vor allem Erkenntnisse zur Abhängigkeit der Höhenaktivität von verschiedenen abiotischen Faktoren (z. B. Windgeschwindigkeit) sowie zur Verhaltensweise der Tiere in der Höhe gewonnen werden.

2 Methode

2.1 Untersuchungsgebiet

Die Untersuchung wurde im Jahr 2005 und 2006 an vier Windpark-Standorten in Südwestdeutschland durchgeführt (Abb. 1). Drei der vier Standorte lagen in den Naturräumen Saar-Nahe Bergland (A und C) und Moseltal (B). Standort D befand sich im Osthessischen Hügelland Nordhessens. In der naturräumlichen Ausstattung, der Höhenlage und der Daten zum Windpark selbst unterscheiden sich die Standorte. Alle Untersuchungstermine lagen in den Monaten Juli bis Oktober. Eine Untersuchungsnacht umfasste in der Regel den Zeitraum zwischen Sonnenuntergang und Sonnenaufgang. Bei Regenereignissen bzw. Gewitterstürmen wurde die Untersuchung frühzeitig abgebrochen.

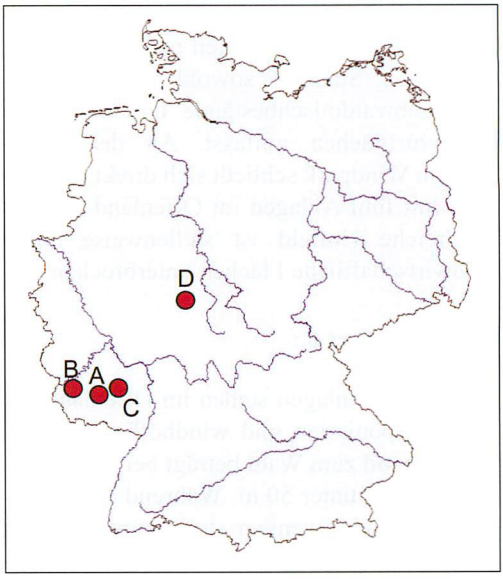


Abb. 1. Lage der untersuchten Windparkstandorte (A-D) in Deutschland

Für ein besseres Verständnis der lokalen Gegebenheiten wird im Folgenden die Lage und Biotopzusammensetzung an den einzelnen Standorten kurz erläutert. Tab. 1 gibt einen komprimierten Überblick.

Tabelle 1. Zusammenstellung des Untersuchungsumfangs und der Windparkgrößen der untersuchten Standorte

	Standorte			
	A	B	C	D
Untersuchungszeitraum	Juli-Sept. 2005	Sept.-Okt. 2006	August-Okt. 2006	August-Okt. 2005
Untersuchungsnächte	8	5	6	5
Messzeit [h]	201	170	186	131,5
Wald-/Offenlandverhältnis [%]	65 : 35	95 : 5	80 : 20	90 : 10
Höhenlage	420 m NN	460 m NN	450 m NN	370 m NN
Anzahl WEA	5	11	5	3
Nabenhöhe [m]	104	114	100	100
Rotorlänge [m]	45	35	41	35
Beleuchtung (rot)	x	x	x	x

Standort A:

Die fünf Windenergieanlagen stehen entlang eines Waldrandes in Nordost-Südwest-Ausrichtung. Vier Anlagen befinden sich in unmittelbarer Nähe (<100 m) zum Wald und Anlage 5 steht exponiert auf einem benachbarten Hügel. Der Windpark liegt in einer reich gegliederten und abwechslungsreichen Kulturlandschaft mit ausgedehnten Wäldern in der weiteren Umgebung.

Standort B:

Bei diesem Standort handelt es sich um einen nahezu reinen Waldstandort auf einem Höhenkamm im Moseltal. Zehn Anlagen stehen im Wald und eine an einem nahegelegenen

Feldgehölz. Die Ausrichtung der Standorte verläuft von Nordosten nach Südwesten, wobei der Standort sowohl Fichtenbestände, Laubwaldmischbestände und ehemalige Windwurfflächen umfasst. An den untersuchten Windpark schließt sich direkt ein weiterer mit fünf Anlagen im Offenland an. Das waldreiche Umfeld ist stellenweise durch landwirtschaftliche Flächen unterbrochen.

Standort C:

Alle fünf Anlagen stehen im Offenland auf einem exponierten und windhöffigen Hügel. Der Abstand zum Wald beträgt bei zwei Anlagen deutlich unter 50 m. Während das Offenland mehr oder weniger strukturarm ist, setzt sich der angrenzende großflächige Waldbestand vor allem aus strukturreichen, alten Eichen- und Buchenbeständen zusammen.

Standort D:

Dieser Windpark befindet sich ebenfalls auf einem windhöffigen Hügel. Ein kleiner Waldbestand liegt in etwa 100 m Entfernung zu den Anlagen. Der angrenzende Raum ist landwirtschaftlich genutzt und überwiegend arm an Hecken oder kleineren Gehölzen. Charakteristische Strukturen sind kleine Dörfer mit alter Bausubstanz und somit potenziellen Quartiermöglichkeiten für Fledermäuse.

2.2 Erfassungsmethode

Zur Erfassung der Höhenaktivität von Fledermäusen wurde ein Funkübertragungssystem für Echtzeitaufnahmen (GRUNWALD et al. 2007) entwickelt, mit dem die verlustfreie Dokumentation von Fledermausrufen möglich ist. Das System wurde so konzipiert, dass mehrere Kanäle simultan betrieben werden können und die Erfassung von Ultraschallsignalen somit an mehreren Windenergieanlagen gleichzeitig möglich ist. In den Untersuchungsgebieten kamen jeweils vier baugleiche Erfassungseinheiten zum Einsatz, zwei im Gondelbereich und zwei am Boden als Referenz. Mit den eingesetzten Ultraschallmikrofonen (Frequenzbereich 50-120.000 [Hz]) können alle heimischen Fledermausarten mit Ausnahme der sehr seltenen *Rhinolophus*-Arten erfasst werden.

Im Gondelbereich wurden Ultraschallmikrofon und Sender außerhalb der Gondel installiert. Die Bodenreferenz wurde in unmittelbarer Nähe zum Mastfuß auf einem Stativ aufgebaut. Eintreffende Ultraschallsignale wurden von den einzelnen Kanälen über die Sender-Empfänger- und Digitalwandler-Einheit (AD/DA) an die Bodenstation weitergeleitet und hier in den Computer eingespielt. Über eine Software für Ultraschall-Echtzeitaufnahmen (Avisoft SASLab Pro Recorder) war die laufende Erfassung auf dem Notebookbildschirm zu beobachten. Durch manuelles Auslösen der Aufnahmefunktion (einige Sekunden Vorlaufzeit) wurden alle auftretenden Rufsequenzen aufgezeichnet. Die eintreffenden Signale zeichneten sich dabei sehr deutlich auf dem Bildschirm ab (vgl. GRUNWALD et al. 2007). Um eine sichere Signalübertragung zu gewährleisten, wurde die Bodenstation mit den Empfängern innerhalb einer Distanz von 250-300 m zu den Sendern errichtet.

Da bei der nächtlichen Erfassung von Fledermäusen nicht zwischen verschiedenen Individuen unterschieden werden kann, wurde jeder Fledermausruf als ein neuer Nachweis (Kontakt) gewertet. Für die Auswertung bedeutet dies, dass es sich bei der Gesamtsumme von Nachweisen (Synonyme = Beobachtung(en)/Kontakt(e) in Tab. 2) nicht um eine absolute Individuenanzahl handelt, sondern um die Summe erfasster Rufsequenzen. Um eine Vergleichbarkeit der Standorte untereinander zu ermöglichen, wurde die jeweilige Messzeit in Stunden berücksichtigt und eine Aktivitätsdichte ermittelt (Tab. 1 und 2).

3 Ergebnisse

3.1 Artenspektrum

Im Rahmen der Höhenuntersuchungen wurden im Rotorbereich und an den Bodenreferenzen insgesamt 14 Fledermausarten nachge-

wiesen (Tab. 2). Die Artenzahl pro Standort lag zwischen 8 und 12 Arten. Häufigste Art war die Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*), gefolgt von Kleinem und Großem Abendsegler (*Nyctalus leisleri, N. noctula*), Mücken- (*Pipistrellus pygmaeus*), Fransen-, Bart-, Bechsteinfledermaus und Großem Mausohr (*Myotis nattereri, M. brandtii/M. mystacinus, M. bechsteinii* und *M. myotis*). Seltene Arten waren Breitflügel- (*Eptesicus serotinus*), Rauhhaut- (*Pipistrellus nathusii*), Wasserfledermaus (*Myotis daubentonii*) und die Langohren (*Plecotus auritus, P. austriacus*). Ein Grund für die unterschiedlichen Artenzahlen war z. B. die standorttypische Windhöffigkeit, die Höhenlage sowie das jeweilige Wald-/Offenlandverhältnis der Gebiete und weniger ein geringes Angebot an Jagd- und Quartiermöglichkeiten für Fledermäuse. Ein Vergleich zu reinen Offenlandstandorten wie z. B. der norddeutschen Tiefebene oder dem Rheintal zwischen Karlsruhe und Mainz liegt bislang nicht vor.

Das Artenspektrum spiegelte an jedem Standort das typische Arteninventar der untersuchten Naturräume wider (Tab. 2), wobei die Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*) als bemerkenswerte Art für den südwestdeutschen Raum zu nennen ist (Standort B). Weitere verbreitete Arten, wie z.B. Nord- und Zweifarbfledermaus (*Eptesicus nilssonii, Vespertilio murinus*), wurden nicht nachgewiesen. Bei den Bartfledermäusen (*Myotis brandtii, M. mystacinus*) und Langohren (*Plecotus auritus, P. austriacus*) sind rufanalytisch derzeit meist keine seriösen Artdiagnosen möglich, weshalb die Rufsequenzen der Schwesterarten in den meisten Fällen zusammengefasst wurden.

3.2 Aktivitätsdichte

Aus den beiden Untersuchungsjahren 2005 und 2006 liegen insgesamt 688,5 Stunden Messzeit vor, wobei sich der Untersuchungsumfang zwischen den Standorten unterschied (vgl. Tab. 2). Die geringste Messzeit von 131,5 h ergab sich an Standort D, die höchste mit 201 h an Standort A.

Im Untersuchungszeitraum konnten insgesamt 3.845 Fledermauskontakte aufgezeichnet werden. Für die bodennahe Aktivität lagen 3.443 Kontakte vor und im Rotorbereich gelangen insgesamt 402 Nachweise (Abb. 2).

Tabelle 2. Kontaktanzahl der nachgewiesenen Fledermausarten je Windpark (A-D) und Angabe der standortspezifischen Aktivitätsdichte gemessen in Kontakten pro Stunde [K/h]

Art	Standort				Summe
	A	B	C	D	
Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*)	495	1.365	859	52	2.771
Kleiner Abendsegler (*Nyctalus leisleri*)	70	63	139	5	277
Großer Abendsegler (*N. noctula*)	88	13	19	9	129
Mückenfledermaus (*Pipistrellus pygmaeus*)	59	60	5		124
Fransenfledermaus (*Myotis nattereri*)	45	28	30	8	111
Bartfledermäuse (unbest.) (*M. brandtii, M. mystacinus*)	45	43	12	8	108
Großes Mausohr (*M. myotis*)	20	60	16	4	100
Bechsteinfledermaus (*M. bechsteinii*)		56	9		65
Breitflügelfledermaus (*Eptesicus serotinus*)	3		26		29
Braunes Langohr (*Plecotus auritus*)	1	7	6		14
Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*)		3	5		8
Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*)		7			7
Wasserfledermaus (*Mystis daubentonii*)	6				6
Graues Langohr (*Plecotus austriacus*)		1			1
Chiroptera spec.	51	14	16	13	94
Myotis spec.		1			1
Anzahl Kontakte gesamt	883	1.721	1.142	99	3.845
Frequenz Kontakte pro Stunde [K/h]	4,4	10,1	6,1	0,8	

Die höchste Aktivitätsdichte mit 10,1 K/h wurde im waldreichsten Windpark (Standort B) ermittelt und die geringste mit 0,8 K/h am strukturärmsten (Standort D). Trotz der Waldrandnähe dieses Standortes wurden nur 99 Kontakte registriert. Am Standort B wurden im gleichen Zeitraum 1.721 Kontakte festgestellt. Ein Unterschied, der darauf hin deutet, dass neben dem Fledermausinventar einer Region offensichtlich standorttypische Eigenschaften eine wesentliche Bedeutung für die Fledermausaktivität spielen. Bei Windpark A und C ergab sich eine vergleichbare Aktivitätsdichte (Tab. 2). Beide Windparkstandorte sind hinsichtlich des Strukturangebotes und dem Wald-/Offenlandanteil ähnlich (Tab. 1).

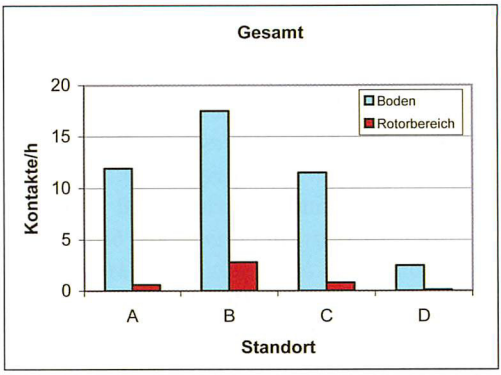


Abb. 2. Darstellung der gesamten Fledermausaktivitätsdichten (n = 3.845) am Boden (n = 3.443) und im Rotorbereich (n = 402) für die untersuchten WEA-Standorte

In Abb. 2 ist die Aktivitätsdichte der Fledermäuse jeweils für die Bodenreferenz und den Rotorbereich dargestellt. Erwartungsgemäß war die bodennahe Aktivitätsdichte deutlich höher als jene im Rotorbereich. In allen

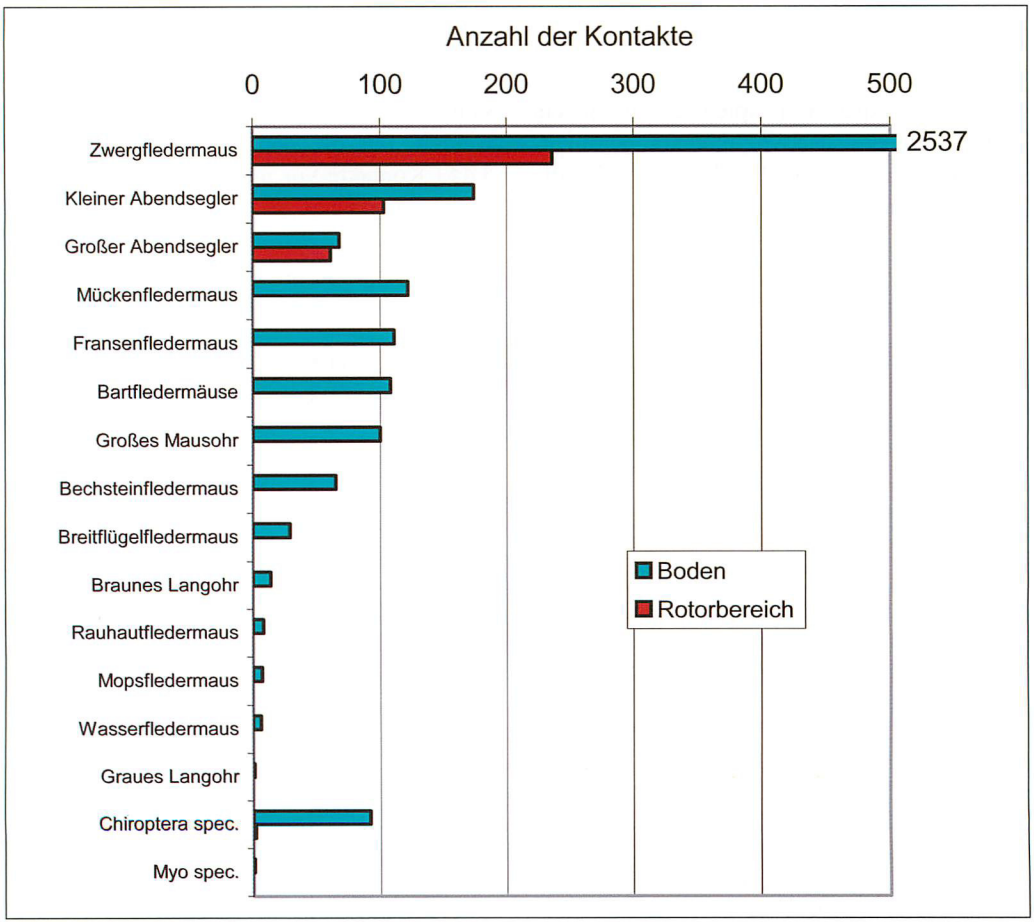


Abb. 3. Verteilung der Kontakte am Boden und im Rotorbereich für die einzelnen Fledermausarten

Untersuchungsgebieten wurden Fledermäuse im Gondelbereich nachgewiesen. Die Aktivitätsdichten unterschieden sich jedoch deutlich zwischen den Standorten. Während am Waldstandort B die meisten Höhenkontakte ermittelt wurden, war die Höhenaktivität an den übrigen Standorten deutlich geringer.

Informationen über die Höhenaktivität von Fledermäusen lagen mit abnehmender Häufigkeit von den Arten Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*), Kleiner und Großer Abendsegler (*Nyctalus leisleri*, *N. noctula*) vor (Abb. 3). Nur der Kleine Abendsegler trat an allen Standorten, sowohl am Boden als auch im Rotorbereich auf. Bei Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) und Kleinem Abendsegler (*Nyctalus leisleri*) lagen vom Standort D keine Kontakte aus der Höhe vor. Von den mehr oder weniger verbreiteten Arten Mücken- (*Pipistrellus pygmaeus*), Fransen-, Bart-, Bechsteinfledermaus und Großes Mausohr (*Myotis nattereri*, *M. brandtii*/*M. mystacinus*, *M. bechsteinii*, *M. myotis*) lagen keine Nachweise aus dem Rotorbereich vor. Ihre Aktivität beschränkte sich auf den bodennahen Bereiche. Von der Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*), einer seltenen Art dieser Untersuchung, konnten im Gegensatz zu den Erwartungen keine Höhenkontakte festgestellt werden. Es liegen jedoch Informationen über den Fund einer verunfallten Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) an Standort B vor (BRINKMANN schriftl.), womit schließlich auch für diese Art die Nutzung des Rotorbereichs belegt wurde.

3.2.1 Aktivitätsdichte der Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*)

Aus Abb. 4 wird deutlich, dass die Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) ein sehr indifferentes Bild hinsichtlich ihrer bodennahen Aktivität zeigte. An den drei Standorten A-C war die bodennahe Aktivität im Vergleich zum Standort D sehr hoch und bei A und C annähernd gleich. Höhenaktivitäten konnten zwar an drei Standorten nachgewiesen werden, jedoch blieben sie mit durchschnittlich

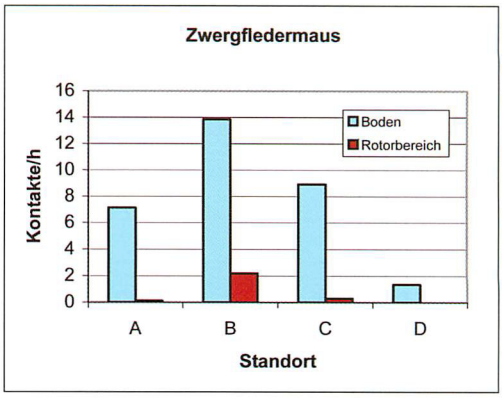


Abb. 4. Aktivitätsdichte [K/h] der Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) am Boden und im Rotorbereich an den WEA-Standorten (A-D)

4,7 %, im Verhältnis zur bodennahen Aktivität, insgesamt gering. Im waldreichsten Gebiet lag die Höhenaktivität mit 13,7 % deutlich über diesem Wert. An dem sehr offenen, überwiegend strukturarmen Standort D wurde der freie Luftraum nicht beflogen. Insgesamt betrug die Aktivitätsdichte der Zwergfledermaus im Rotorbereich für alle Standorte 0,6 K/h und lag somit deutlich über jener der anderen höhenaktiven Arten.

Die Ergebnisse der Standorte A und C belegen, dass in ähnlich strukturierten Landschaftsräumen bei der Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) vergleichbare Werte für die bodennahe Aktivität ermittelt werden können. In reinen Waldstandorten (Standort B) zeigt sie offensichtlich eine höhere Aktivitätsdichte. Demnach spielt die strukturelle Ausstattung, nicht nur für die bodennahe Aktivität, sondern auch für die Höhenaktivität eine Rolle.

3.2.2 Aktivitätsdichte des Großen Abendseglers (*Nyctalus noctula*)

Von den drei Arten, die im Rotorbereich der untersuchten WEA festgestellt wurden, zeigte der Große Abendsegler (*Nyctalus noctula*) insgesamt die geringste Aktivitätsdichte. Das Aktivitätsmuster der Art war im Vergleich zu dem des Kleinen Abendseglers (*Nyctalus leisleri*) deutlich verschieden (Abb. 5). Die bodennahe Aktivitätsdichte war am Standort A

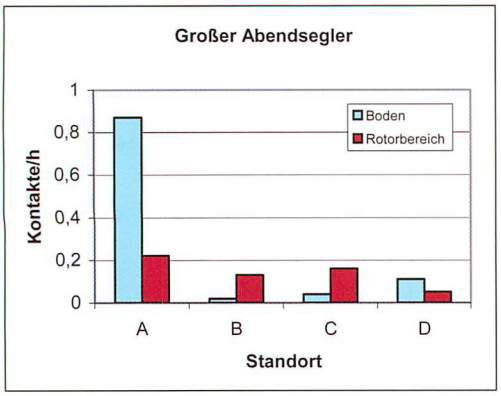


Abb. 5 Aktivitätsdichte [K/h] des Großen Abendseglers (*Nyctalus noctula*) am Boden und im Rotorbereich an den WEA-Standorten (A-D)

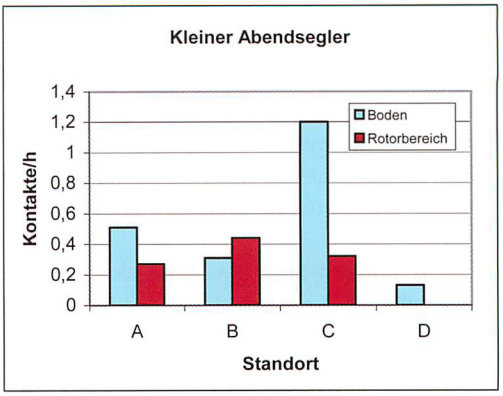


Abb. 6. Aktivitätsdichte [K/h] des Kleinen Abendseglers (*Nyctalus leisleri*) am Boden und im Rotorbereich an den WEA-Standorten (A-D)

nahezu um das 8-fache höher als in den übrigen Gebieten. 79,8 % aller Nachweise wurden dort über die Bodenreferenz festgestellt. Ein vergleichbares Verhältnis konnte an Standort D ermittelt werden. An den übrigen beiden Standorten war die bodennahe Aktivität mit 13,3-20,0 % gegenüber der Höhenaktivität im Rotorbereich, von bis zu 86,7 %, gering. Das Verhältnis von bodennaher Aktivität zur Höhenaktivität betrug für alle Standorte 45,5 zu 54,4 %, d. h. näherungsweise etwa 1:1. Die Aktivitätsdichte im freien Luftraum lag insgesamt bei 0,2 K/h. Generelle Aussagen zur Aufenthaltswahrscheinlichkeit der Art am Boden bzw. im freien Luftraum können nicht gemacht werden. Vermutlich spielen neben dem Nahrungsangebot bzw. der Nahrungsverfügbarkeit auch abiotische Faktoren eine wichtige Rolle (vgl. Abb. 9). Darüber hinaus sind lokale Verbreitungsschwerpunkte in den Mittelgebirgsregionen Südwestdeutschlands vermutlich ebenfalls entscheidend für die Individuendichte mancher Regionen. Die Art ist im südwestdeutschen Raum weit verbreitet, jedoch findet man hier überwiegend Männchen-, Paarungs- und Zwischenquartiere und nur in seltenen Fällen Wochenstuben.

3.2.3 Aktivitätsdichte des Kleinen Abendseglers (*Nyctalus leisleri*)

Vom Kleinen Abendsegler (*Nyctalus leisleri*) wurde an den jeweiligen Standorten eine sehr unterschiedliche Bodenaktivität ermittelt. Diese lag zwischen 41,3 und 100 %. Am Standort C lag die Bodenaktivität bis um das 10-fache höher als an den übrigen (Abb. 6). Mit 58,7 % wurde die höchste Aktivität am waldreichsten Standort B festgestellt. Das Verhältnis bodennaher Aktivität zur Aktivitätsdichte im Rotorbereich lag hier etwa bei 3:1. Insgesamt wurden für alle Standorte zusammen 0,3 K/h ermittelt. Kleine Abendsegler nutzten somit seltener den freien Luftraum im Rotorbereich als Große Abendsegler. Hinsichtlich der Größe lokaler Bestände lieferten die Untersuchungsergebnisse Hinweise darauf, dass in wald- und strukturreichen Gebieten vermutlich mit einer höheren Höhenaktivität zu rechnen ist als in strukturarmen Gebieten. Diesbezüglich spielt die Lokalverbreitung des Kleinen Abendseglers für Aussagen zur Höhenaktivität in einem Gebiet eine entscheidende Rolle.

3.3 Verhalten

Um neben der Aktivitätsdichte verschiedener Fledermausarten auch Informationen über das Verhalten zu bekommen, wurden im Rahmen der Untersuchung vier verschiedene Ruftypen unterschieden. Eindeutige Jagdsequenzen, die den klassischen „buzz" am Rufende zeigen, zählten zum Ruftyp „Jagd". Der Ruftyp „Suchflug" umfasste alle Sequenzen, die im Sonagramm eine Annäherung an Objekte wie z. B. Beutetiere erkennen ließ. In der

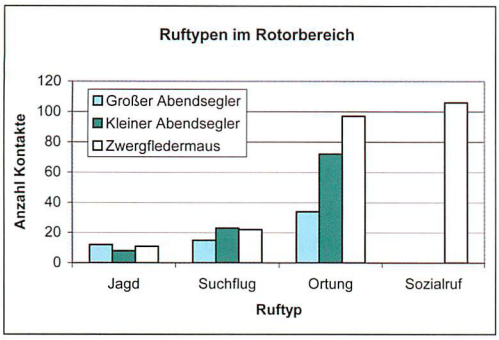


Abb. 7. Verteilung der Höhenkontakte von Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*), Kleinem und Großem Abendsegler (*Nyctalus leisleri* und *N. noctula*) auf die vier unterschiedenen Ruftypen

Regel geschieht dies bei den cf-Arten (z. B. *Nyctalus*, *Pipstrellus*) durch einen Anstieg der Frequenzmodulation. Unter dem Ruftyp „Ortung" sind alle konstantfrequenten Impulse zusammengefasst. Von den hier im Rotorbereich nachgewiesenen Arten sind Sozialrufe bekannt und in der Regel gut bestimmbar (vgl. Pfalzer 2002, Skiba 2003).

Die Abb. 7 zeigt die Verteilung der Höhenkontakte aller drei Fledermausarten auf die einzelnen Ruftypen. Jagdsequenzen und Suchflugsequenzen konnten bei allen drei Arten in geringer, aber vergleichbarer Häufigkeit nachgewiesen werden. Eine geringe Anzahl an Jagdkontakten im Rotorbereich steht einer hohen Anzahl von Ortungslauten gegenüber. Die Ortungslaute stammen wahrscheinlich von zufällig vorbeifliegenden Fledermäusen während des Wechsels zwischen Jagdgebieten oder bei Transferflügen. Fraglich bleibt somit, in welcher Intensität Fledermäuse das Nahrungsangebot im freien Luftraum nutzen. Die allgemein verbreitete These, dass Fledermäuse durch Insektenschwärme an den Anlagen angelockt werden, konnte durch die hier gewonnenen Erkenntnisse nicht bestätigt werden.

Von der Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) liegen für den Ruftyp „Soziallaut" über 100 Rufsequenzen vor. In den meisten Fällen sind im Sonagramm die Rufe verschiedener Tiere zu erkennen, womit bestätigt wird, dass ein derartiger Ruftyp vor allem im Beisein weiterer Individuen der Art ausgesendet wird. Die meisten Sozialrufe wurden zwischen Ende September und Mitte Oktober in wenigen Nächten am waldreichen Standort B erfasst. Eventuell handelte es sich hier zum Teil um schwärmende Tiere.

3.4 Einfluss von Witterungsfaktoren auf die Höhenaktivität

Die Aktivität und Raumnutzung von Fledermäusen ist generell u. a. abhängig von Witterung und Kleinklima (z. B. Meschede & Heller 2002, Weber 2002). Der Einfluss verschiedener Wetterfaktoren wie Windgeschwindigkeit, Feuchte und Temperatur ist dabei jedoch artspezifisch, saisonal und insbesondere in Abhängigkeit von der Jagdstrategie unterschiedlich, wodurch insgesamt komplexe Raumnutzungsmuster entstehen. Bei den im Rahmen der Studie im Rotorbereich von WEA festgestellten Arten handelte es sich mit Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*), Großem und Kleinem Abendsegler (*Nyctalus noctula*, *N. leisleri*) um Arten, die ein mehr oder weniger opportunistisches Jagdverhalten aufweisen und somit auch in der Höhe verfügbare Nahrung nutzen können. Ein vermehrtes Auftreten potenzieller Nahrungstiere in der Höhe ist dabei zweifellos nur bei sehr niedrigen Windgeschwindigkeiten zu erwarten. Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen allerdings, dass die in der Höhe erfassten Individuen aller drei Arten nur sehr selten gejagt haben. Aufgrund dieser Erkenntnis ist davon auszugehen, dass sich die Nahrungsverfügbarkeit und somit möglicherweise auch die Windgeschwindigkeit auf die Nutzung des freien Luftraumes weniger stark auswirkt als bisher vielleicht angenommen. Dieser Aspekt zeigt, dass Fragen zur Korrelation von Höhenaktivität und Witterungsfaktoren nicht gänzlich losgelöst von den jeweils festgestellten Verhaltensweisen betrachtet werden können. Im Folgenden sollen die im Rahmen der Untersuchungen festgestellten Zusammenhänge zwischen der Aktivitätsdichte der Arten in der Höhe und den Wetterfaktoren „Windgeschwindigkeit" sowie „Temperatur" dargestellt werden.

3.4.1 Windgeschwindigkeit

Bei den nachfolgend gemachten Angaben zur Windgeschwindigkeit [m/s] handelt es sich um Werte, die im Gondelbereich der entsprechenden WEA aufgezeichnet wurden. An den Anlagen wurde die durchschnittliche Windgeschwindigkeit jeweils in 10-Minuten-Intervallen ermittelt und in einer Datenbank gespeichert. Die Fledermausnachweise können somit relativ genau einer bestimmten Windgeschwindigkeit zugeordnet werden. Zur besseren Übersicht erfolgte eine Einteilung der Windgeschwindigkeiten in Klassen mit einer Skalierung von 1 m/s (0-1 m/s, 1,1-2 m/s, 2,1-3 m/s usw.).

In Abb. 8 ist die Verteilung der während der Untersuchungen herrschenden Windgeschwindigkeiten dargestellt. Daraus ist ersichtlich, dass der Schwerpunkt im Bereich zwischen 5 m/s und 8 m/s lag und entsprechend einer Normalverteilung zu den sehr niedrigen und sehr hohen Geschwindigkeiten hin abnahm. Dies dürfte ein für viele WEA-Standorte typisches Bild darstellen.

Aufgrund der ungleichen Messzeiten der verschiedenen Windgeschwindigkeitsklassen wurden aus Gründen der statistischen Vergleichbarkeit alle Angaben zu den Fledermausaktivitäten im Verhältnis zur Windgeschwindigkeit zeitbereinigt, d. h. als Aktivitätsdichte bezogen auf eine Stunde Messzeit (Kontakte pro Stunde = K/h), dargestellt. Die Intervalle bis 12 m/s sowie bis 13 m/s wurden in der Auswertung nicht berücksichtigt, da jeweils nur Messzeiten von deutlich unter 10 Stunden vorlagen. Zwar konnten selbst bei diesen hohen Windgeschwindigkeiten noch einzelne Kontakte von Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) und Kleinem Abendsegler (*Nyctalus leisleri*) registriert werden. Die geringe Messzeit würde hier jedoch zu unverhältnismäßig hohen Aktivitätsdichten führen. Die tendenziellen Aussagen zu den einzelnen Arten werden dadurch nicht berührt. Die Ergebnisse zeigen indes, dass bei weiteren Untersuchungen verstärkt auch Messungen bei höheren Windgeschwindigkeiten vorgenommen werden sollten.

Aus Abb. 9 ist ersichtlich, dass Fledermausaktivitäten im Bereich der Rotoren über die gesamten Windgeschwindigkeitsbereiche stattfanden. Berücksichtigt man die in der Grafik nicht dargestellten Einzelnachweise der Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) (s.o.) in den Klassen bis 12 m/s und bis 13 m/s (je 2 Individuen), so gilt dies vor allem für den Kleinen Abendsegler (*Nyctalus leisleri*) sowie für die Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*).

Wie zu erwarten war, nimmt die Aktivitätsdichte bei allen Arten mit zunehmender Windgeschwindigkeit ab. Über den dargestellten Windgeschwindigkeitsbereich konnte für die

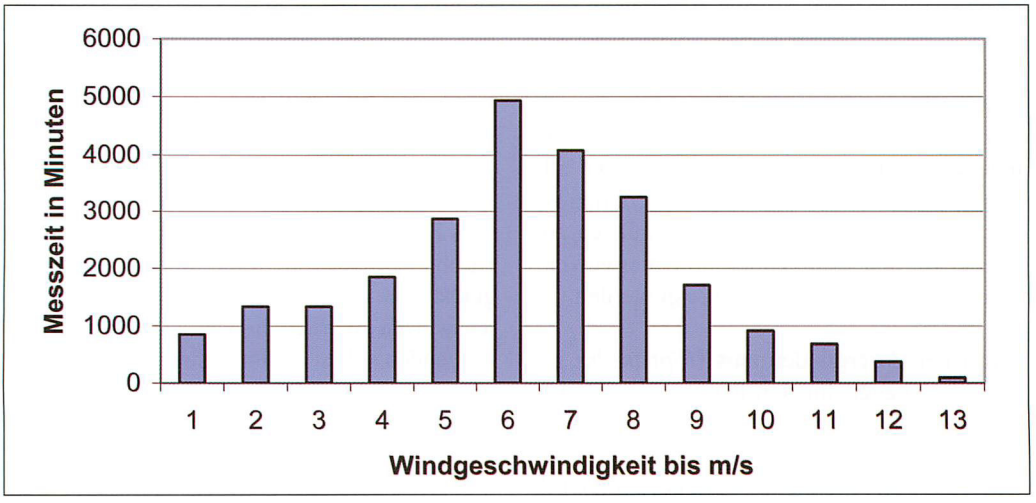


Abb. 8. Verteilung der Messzeiten aller Standorte auf die jeweiligen Windgeschwindigkeitskategorien

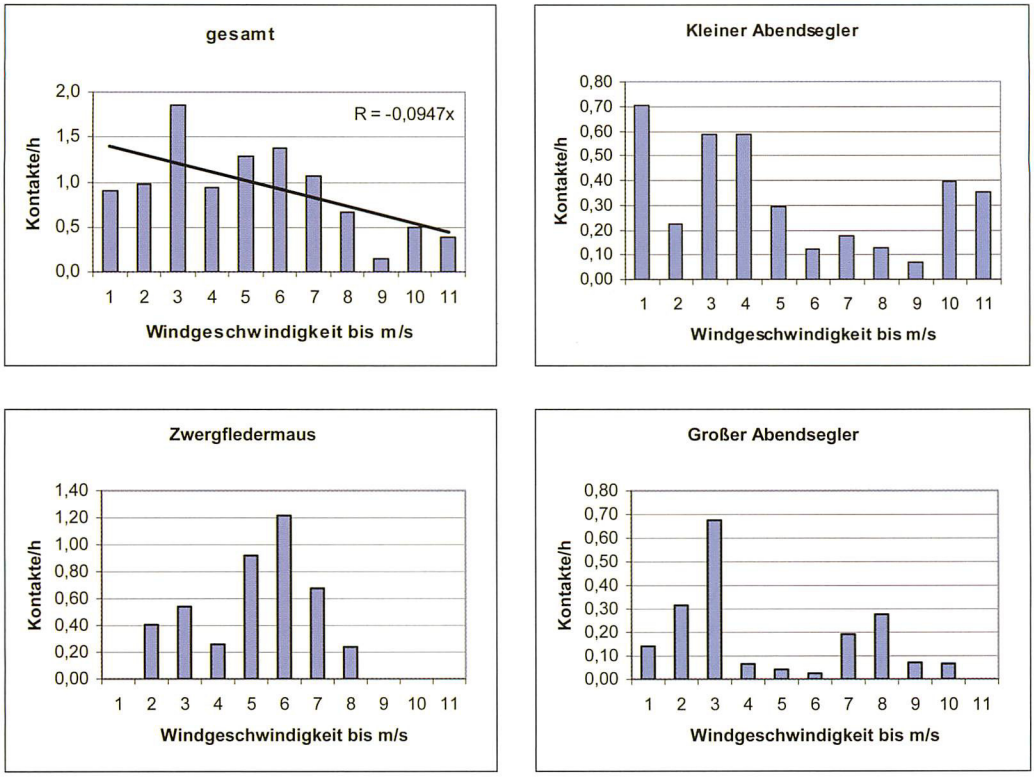


Abb. 9. In den vier Abbildungen ist unter Angabe der Anzahl Kontakte pro Stunde K/h und der Windgeschwindigkeitsklassen m/s (1 = 0-1 m/s, 2 = 1-2 m/s, usw.) jeweils die Aktivitätsdichte der Fledermausarten im Rotorbereich von WEA dargestellt

Gesamtaktivität eine Abnahme um ca. 0,1 K/h pro m/s festgestellt werden (s. Abb. 9), wobei die Aktivitätsdichte allerdings keine klare lineare Korrelation zur Windgeschwindigkeit aufweist. Besonders deutlich wird dies bei Betrachtung der Einzelergebnisse bei den Arten, die sehr unterschiedliche und indifferente Verteilungen der Aktivitätsdichte zeigten. In der Gesamtbetrachtung aller drei Arten nahm die Aktivität ab einer Windgeschwindigkeit von 6 m/s jedoch stetig und über 7-8 m/s auch sehr deutlich ab.

Auffällig und überraschend ist der Umstand, dass die Aktivitätsdichte bei Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) und Großem Abendsegler (*Nyctalus noctula*) bei niedrigen Windgeschwindigkeiten gering war und bis zu 6 m/s bei der Zwergfledermaus sowie bis 3 m/s beim Großen Abendsegler zunächst zunahm. Bei beiden Arten kamen diesbezüglich offensichtlich Effekte der Habitatstrukturen an den beprobten Standorten zum Tragen. An Standort B, an dem die Anlagen überwiegend im Wald stehen, war durch die Messungen an den Bodenreferenzen festzustellen, dass die Aktivität der beiden Arten in windarmen Nächten auch innerhalb des Waldkörpers bis hin zu den Waldrandbereichen sehr gering war. Erst mit zunehmender Windgeschwindigkeit konnten an den Standorten höhere bodennahe Aktivitätsdichten festgestellt werden, was sich offensichtlich auch auf die Intensität der Höhenaktivität auswirkte. Für den Kleinen Abendsegler (*Nyctalus leisleri*) konnte ein entsprechender Effekt nicht festgestellt werden. In der Einzelbetrachtung ergeben sich für die Arten folgende Tendenzen der Korrelation von Aktivität in der Höhe und der Windgeschwindigkeit.

Kleiner Abendsegler (*Nyctalus leisleri*)

Die Art wurde bei allen Windgeschwindig-

keiten zwischen 0 m/s und 11 m/s festgestellt. Auch bei noch höheren Windgeschwindigkeiten gelangen einzelne Nachweise. Aufgrund der verhältnismäßig geringen Messzeitanteile der Klassen ab 9 m/s ergibt sich durch diese Feststellungen rechnerisch eine relativ hohe Aktivitätsdichte in diesem Bereich. Bei Betrachtung der übrigen Windgeschwindigkeitsklassen zeigte sich allerdings, dass sich die Aktivitätsdichte ab Geschwindigkeiten über 5 m/s auf deutlich niedrigerem Niveau gegenüber Schwachwindverhältnissen bewegte, was tendenziell darauf hindeutet, dass bei größeren Windstärken zumindest keine regelmäßige Aktivität zu erwarten ist. Der Kleine Abendsegler (*Nyctalus leisleri*) war bei niedrigen Windgeschwindigkeiten bis etwa 4 m/s häufiger im Rotorbereich nachzuweisen als der Große Abendsegler (*Nyctalus noctula*) und die Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*). Da bei der Untersuchung Standorte im oder am Wald überwogen, ist dies vermutlich ein Effekt, der auf unterschiedliche Habitatpräferenzen der Arten zurückzuführen ist. Während Großer Abendsegler (*Nyctalus noctula*) und Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) bei niedrigen Windgeschwindigkeiten bekanntlich verstärkt offenere Bereiche nutzen können, dominiert beim Kleinen Abendsegler (*Nyctalus leisleri*) auch bei diesen Bedingungen die Bindung an den Wald. Insgesamt bleibt festzuhalten, dass die Aktivitätsdichte des Kleinen Abendseglers (*Nyctalus leisleri*) im Rotorbereich von WEA nach den vorliegenden Untersuchungen bei Windgeschwindigkeiten über 5 m/s deutlich abnimmt, wobei entsprechende Höhen allerdings auch bei starken Winden nicht gänzlich gemieden wurden. Weitere Untersuchungen, vor allem bei höheren Windgeschwindigkeiten, sind erforderlich, um diesen Trend zu bestätigen.

Großer Abendsegler (*Nyctalus noctula*)

Von den drei Arten, die im Rotorbereich der untersuchten WEA festgestellt wurden, zeigte der Große Abendsegler (*Nyctalus noctula*) insgesamt die geringste Aktivitätsdichte. Die größte Nachweisdichte in der Höhe war bei Windgeschwindigkeiten unter 3 m/s zu verzeichnen, womit der Große Abendsegler (*Nyctalus noctula*) von den drei im Gondelbereich registrierten Arten die größte Präferenz hin zu niedrigen Windgeschwindigkeiten zeigte. Darüber hinaus konnten allerdings auch bei Geschwindigkeiten von bis zu 7 m/s bzw. 8 m/s regelmäßig, aber in geringer Anzahl, Große Abendsegler (*Nyctalus noctula*) im Rotorbereich nachgewiesen werden. Bei Werten über 10 m/s trat die Art im Gegensatz zu Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) und Kleinem Abendsegler (*Nyctalus leisleri*) nicht mehr auf. Insgesamt ergibt sich somit ein relativ indifferentes Bild im Bereich bis 8 m/s. Bei Werten die darüber liegen, war nur noch eine sehr geringe Aktivität festzustellen. Da die Art im südwestdeutschen Durchzugsraum während der Zugzeit oft kurzfristig und gehäuft auftritt, müssen regelmäßige Untersuchungen an weiteren Standorten zeigen, ob sich diese Tendenz auch in anders strukturierten Lebensräumen feststellen lässt.

Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*)

Die Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) zeigte offensichtlich aufgrund der o. g. strukturellen bzw. kleinklimatischen Effekte, ausgehend von wenigen Nachweisen bei Schwachwinden, eine Zunahme der Höhenaktivität bis zu einer Windgeschwindigkeit von 6 m/s. Bei Werten darüber nahm die Aktivitätsdichte dann sichtlich ab und war bei Geschwindigkeiten über 7 m/s vergleichsweise gering. Mit Ausnahme einzelner Nachweise bei 12 m/s bzw. 13 m/s (je zwei Kontakte) (s.o.) trat die Zwergfledermaus bei über 8 m/s gar nicht mehr im Rotorbereich der untersuchten Anlagen auf. Insgesamt zeigte die Art damit die deutlichste Korrelation zwischen Windgeschwindigkeit und Höhenaktivität hinsichtlich einer Abnahme der Nachweisdichte bei zunehmender Windstärke. Die einzelnen Feststellungen bei sehr hohen Windgeschwindigkeiten geben jedoch Anlass dazu, die Untersuchungen bei entsprechenden Bedingungen auszuweiten, um die Ergebnisse zu festigen.

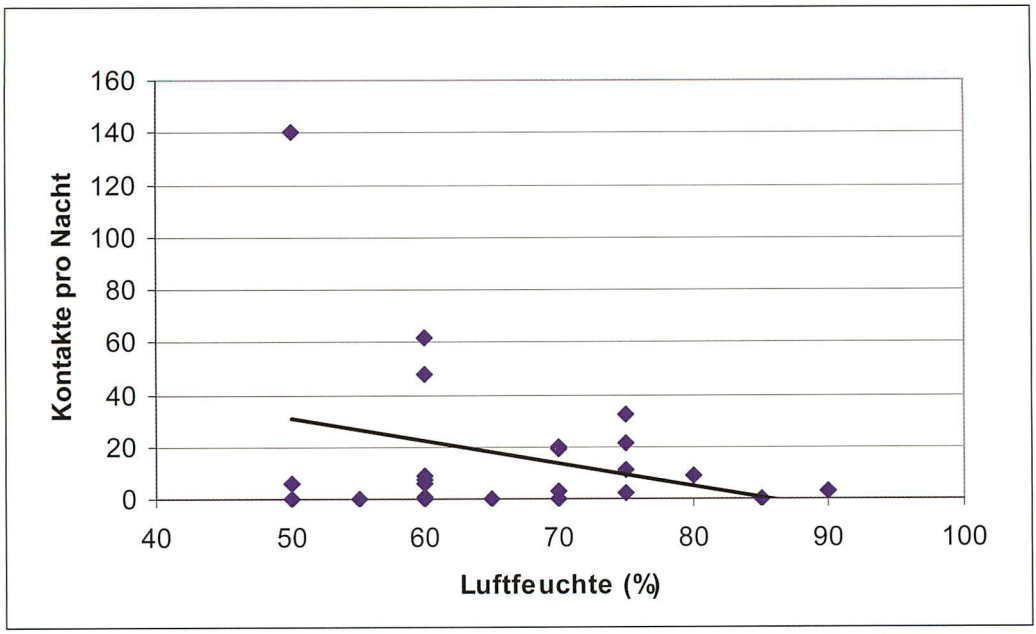


Abb. 10. Verteilung aller Fledermauskontakte im Rotorbereich im Verhältnis zur nächtlichen Luftfeuchte unter Angabe der Trendlinie

Zusammenfassend ist hinsichtlich der Korrelation von Windgeschwindigkeit und Höhenaktivität auf Grundlage der bisherigen Ergebnisse festzustellen, dass - wie zu erwarten - bei allen drei in der Höhe nachgewiesenen Arten die Aktivität mit zunehmender Windgeschwindigkeit abnimmt. Die Windgeschwindigkeitswerte, ab denen eine deutliche Abnahme der Aktivität zu verzeichnen war, bewegen sich dabei tendenziell im Bereich

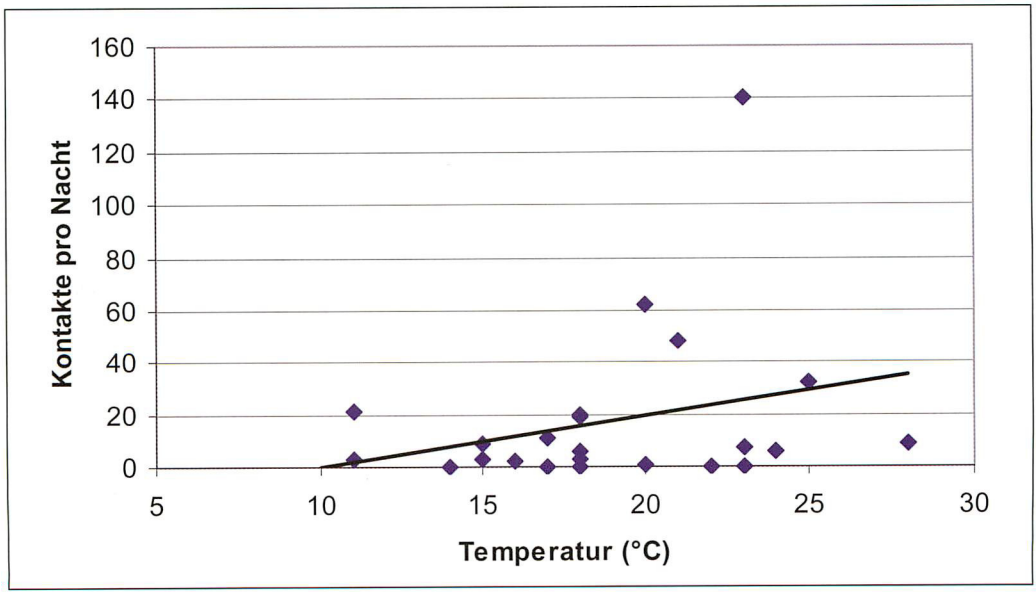


Abb. 11. Verteilung aller Fledermauskontakte im Rotorbereich im Verhältnis zur nächtlichen Temperatur unter Angabe der Trendlinie

von 5 m/s beim Kleinen Abendsegler, 6-7 m/s bei der Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) und 8 m/s beim Großen Abendsegler. Zur Konsolidierung der Ergebnisse sind bei weiteren Untersuchungen allerdings vor allem Messungen bei höheren Windgeschwindigkeiten notwendig.

3.4.2 Temperatur/Feuchte

Temperatur und Luftfeuchtigkeit haben generell einen entscheidenden Einfluss auf die Aktivität und Raumnutzung von Fledermäusen (KURTZE 1974, WEBER 2002). Bezüglich dieser Witterungsfaktoren ist bekannt, dass in warmen und vor allem trockenen Nächten mit einer erhöhten Aktivitätsdichte zu rechnen ist. Im Rahmen der Untersuchungen sollte deshalb u. a. festgestellt werden, ob diese Tendenz auch Gültigkeit hinsichtlich der Höhenaktivität besitzt. Die Durchschnittstemperaturen in den Untersuchungsnächten lagen zwischen 11 und 28 °C. In den trockensten Nächten wurde eine Luftfeuchtigkeit von 50 % notiert, während der Maximalwert diesbezüglich bei 90 % lag.

In den Abb. 10 und 11 sind die Anzahl der Fledermauskontakte pro Nacht im Rotorbereich der untersuchten WEA im Verhältnis zu Temperatur bzw. Luftfeuchtigkeit aufgetragen. Die Ergebnisse bestätigen die Erwartung, dass die Aktivität auch in der Höhe mit steigender Temperatur zunimmt und bei zunehmender Luftfeuchtigkeit geringer wird. Die Tendenzen sind allerdings relativ gering. Bei Betrachtung der einzelnen Ergebnisse ist darüber hinaus zu erkennen, dass eine starke Streuung bzw. nur eine geringe Korrelation besteht, da in vielen warmen und/oder trockenen Nächten entgegen der Tendenz nur eine sehr geringe Höhenaktivität gemessen wurde. Die Windgeschwindigkeiten lagen in diesen Nächten in einem mittleren Bereich, weshalb hier andere Faktoren ausschlaggebend gewesen sein müssen. Festzustellen ist trotz der geringen Korrelation allerdings, dass die Nächte mit den meisten Kontakten im Rotorbereich warm (>=20 °C) und eher trocken (<=60 % Luftfeuchtigkeit) waren.

4 Diskussion und Konsequenzen für die Planungspraxis

Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen hinsichtlich der Höhenaktivität eine klare artspezifische Differenzierung. Während Kleiner und Großer Abendsegler (*Nyctalus leisleri, N. noctula*) sowie die Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) regelmäßig und teilweise auch häufig im Rotorbereich der WEA auftraten, konnten alle anderen Arten, die in den jeweiligen Gebieten vorkamen, nicht in entsprechenden Höhen nachgewiesen werden. Dies betraf vor allem auch die an den untersuchten Standorten relativ häufigen Arten wie Mückenfledermaus (*Pipistrellus pygmaeus*), Fransenfledermaus, Großes Mausohr sowie die Bartfledermäuse (*Myotis nattereri, M. myotis, M. brandtii/M. mystacinus*). Für Bechstein- (*M. bechsteinii*) und Breitflügelfledermaus (*Eptesicus serotinus*), die insgesamt seltener festgestellt wurden, zeichnet sich eine ähnliche Tendenz ab. Auch sie traten in der Höhe nicht auf. Die untersuchten WEA befanden sich alle im Wald bzw. am Waldrand. Aufgrund des sich aus der Untersuchung ergebenden eindeutigen Trends hinsichtlich des zu erwartenden Artenspektrums in Rotorhöhe, lassen sich bezüglich der Prognose des Kollisionsrisikos generelle Aussagen für vergleichbar strukturierte Gebiete mit entsprechenden Anlagenhöhen ableiten. Ein grundsätzliches Konfliktpotenzial besteht an derartigen Standorten demnach für die beiden Abendsegler-Arten sowie für die Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*), während die Kollisionsgefahr für alle anderen im Rahmen der Untersuchungen nachgewiesenen Arten als äußerst gering einzustufen ist. Bei den hier selten registrierten Arten wie Rauhhaut- (*Pipistrellus nathusii*), Mops- (*Barbastella barbastellus*) und Wasserfledermaus (*M. daubentonii*) sowie den Langohren (*Plecotus austriacus/P. auritus*), die nicht im Rotorbereich auftraten, müssen weitere Untersuchungen zeigen, ob sich die ersten Ergebnisse bestätigen. Keine Aussagen können diesbezüglich für die an den bearbeiteten Standorten nicht nachgewiesenen, jedoch in der Region potenziell regelmäßig vorkommenden Arten wie

Nord- (*Eptesicus nilssonii*) und Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*) getroffen werden.

Auf strukturärmere Gebiete können die Ergebnisse nicht ohne weiteres übertragen werden, da nicht gesichert ist, ob die Arten, sofern sie im offenen Gelände auftreten, in diesen Bereichen ähnliche Verhaltensmuster zeigen. In entsprechenden Gebieten kommen in diesem Zusammenhang möglicherweise Faktoren wie eine erhöhte strukturbedingte Attraktivität der Anlagen sowie der auch bodennah stärker wirkende Wind zum Tragen. Untersuchungen zur Höhenaktivität von Fledermäusen an Standorten im Offenland sind deshalb dringend notwendig.

Während die vorliegenden Ergebnisse Prognosen zum potenziellen Kollisionsrisiko in Wald- und Waldrandbereichen hinsichtlich der betroffenen Arten erlauben, sind Aussagen über das tatsächlich zu erwartende Ausmaß an Individuenverlusten weder generell noch im Einzelfall möglich. Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass ggf. auch nach einer eingehenden Untersuchung der bodennahen Aktivität mit den herkömmlichen Mitteln (z. B. Detektorbegehungen) keine Rückschlüsse auf die zu erwartende Höhenaktivität möglich sind. Vor allem bei den beiden Abendsegler-Arten (*Nyctalus* spec.) zeigte sich, dass eine hohe allgemeine Aktivität in einem Gebiet nicht gleichbedeutend mit einer erhöhten Aktivität im Rotorbereich bzw. umgekehrt war. Ein diesbezüglicher Trend lässt sich tendenziell bestenfalls für die Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) konstatieren. Insofern ergeben sich vor allem in Gebieten mit nennenswerten Vorkommen von Kleinem und/ oder Großem Abendsegler (*Nyctalus leisleri/ N. noctula*) erhebliche Probleme bei der Voreinschätzung von Konfliktpotenzialen. Da die Ermittlung belastbarer Daten zur Höhenaktivität mittels Heliumballons oder Zeppelinen aufgrund der dafür notwendigen Untersuchungsdichte außerordentlich aufwendig und im Rahmen von Genehmigungsverfahren kaum leistbar ist (GRUNWALD et al. 2007), bleibt in entsprechenden Gebieten letztlich nur das Instrument des Monitorings, insbesondere in Form von Schlagopferkontrollen. Die Nachsuche nach verunfallten Fledermäusen ist vor allem in Waldgebieten allerdings mit erheblichen methodischen Problemen verbunden (stark eingegrenzter Suchraum, hohe Abtragraten etc.), weshalb zur Einschätzung des Konfliktrisikos stets auch Kontrollen zur Höhenaktivität durchgeführt werden sollten. Nach derzeitiger Praxis werden, abhängig von den Ergebnissen des Monitorings, im Genehmigungsbescheid festgesetzte Auflagen zum Betrieb der WEA umgesetzt. I. d. R. handelt es sich dabei um Abschaltungen zu bestimmten Zeiten bzw. bei definierten Bedingungen, wobei insbesondere auch die Windgeschwindigkeit einen wichtigen Aspekt darstellt (siehe Kap. 3.4.1, MLUR 2003, KUSENBACH 2005, BRINKMANN 2006b).

Zusammenfassend bleibt hinsichtlich der Prognose von Konfliktpotenzialen allerdings festzuhalten, dass das Schlagrisiko, zumindest an den im Mittelgebirge i. d. R. sehr hohen WEA, für die meisten Arten offensichtlich sehr gering ist. Populationsrelevante Verluste durch Kollisionen sind nach den vorliegenden Ergebnissen für Mücken- (*Pipistrellus pygmaeus*), Fransen-, Bechstein- (*M. nattereri, M. bechsteinii*) und Breitflügelfledermaus (*Eptesicus serotinus*) sowie für Bartfledermäuse und Großes Mausohr (*M. brandtii, M. mystacinus, M. myotis*) sehr unwahrscheinlich. Bei weiteren Arten zeichnet sich der gleiche Trend ab. Das Konfliktpotenzial hinsichtlich der beiden Abendsegler-Arten (*Nyctalus noctula/N. leisleri*) und der Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) ist im Einzelfall zu betrachten und sollte bei unsicherer Prognose durch ein entsprechendes akustisches Monitoring in Kombination mit einer systematischen Schlagopfersuche überprüft werden (BRINKMANN 2006, BRINKMANN et al. 2006b).

Häufig werden hinsichtlich potenzieller Beeinträchtigungen von Fledermäusen an WEA Vergrämungseffekte diskutiert. Als Nebenprodukt der Untersuchungen konnten durch die synchron zu den Höhenmessungen stattfindenden bodennahen Referenzerfassungen im

Standortbereich der WEA entsprechende Erkenntnisse gewonnen werden, die hier nicht unerwähnt bleiben sollen. Die Ergebnisse zeigen, dass die Anlagenstandorte von allen hier festgestellten Arten zumindest nicht gänzlich gemieden wurden. Da die Aktivitätsdichte der meisten Arten an den Anlagen, gemessen an Durchschnittswerten aus der Region, vergleichsweise hoch war, ist vielmehr davon auszugehen, dass diese kein Meideverhalten gegenüber WEA zeigen. Dies betrifft neben den Abendseglern (*Nyctalus noctula/N. leisleri*) und der Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) auch Arten wie Großes Mausohr, Bechstein-, Mücken- und Fransenfledermaus sowie die Bartfledermäuse (*M. myotis*, *M. bechsteinii*, *Pipistrellus pygmaeus*, *M. nattereri*, *M. brandtii/M. mystacinus*). Hinsichtlich der bei dieser Untersuchung seltener festgestellten Arten, wie z. B. den Langohren (*Plecotus austriacus/P. auritus*) können diesbezüglich noch keine belastbaren Aussagen getroffen werden.

Danksagung

Für die Übersetzung der Zusammenfassung ins Englische möchten wir uns bei Frau Dr. CAROLIN GRUNWALD/Schöneberg und Herrn PHILIPP BELL/Santa Barbara, Californien, sehr herzlich bedanken.

Zusammenfassung

Erkenntnisse zur Höhenaktivität von Fledermäusen im Rotorbereich von Windenergieanlagen (WEA) in Zusammenhang mit dem Auftreten von Schlagopfern haben in jüngster Vergangenheit zu einer verstärkten Berücksichtigung dieser Thematik im Rahmen von Genehmigungsverfahren geführt. Aufgrund des oft nicht sicher prognostizierbaren Konfliktrisikos ist der Betrieb von WEA mittlerweile nicht selten an Auflagen zur Wirkungskontrolle hinsichtlich potenzieller Beeinträchtigungen der Fledermausfauna nach Inbetriebnahme der Anlagen gebunden. Mit der vorliegenden Arbeit werden die Erkenntnisse einer Untersuchung zur Höhenaktivität von Fledermäusen an vier verschiedenen Standorten in Südwestdeutschland aus den Jahren 2005 und 2006 vorgestellt.

Zur akustischen Erfassung der Höhenaktivität von Fledermäusen wurde ein Funkübertragungssystem für Echtzeitaufnahmen entwickelt, mit dem die verlustfreie Dokumentation von Fledermausrufen möglich ist. Die Erfassungseinheiten wurden jeweils an den Gondeln der Windenergieanlagen sowie am Boden als Referenz aufgebaut, um somit Ergebnisse aus dem Rotorbereich der Bodenaktivität gegenüber zu stellen.

In der Messzeit von 688,5 Stunden wurden für die bodennahe Aktivität und die Höhenaktivität insgesamt 3.845 Fledermauskontakte von 14 Arten erfasst. Dabei entfielen 3.443 Kontakte von 11 Arten auf die bodennahe Aktivität. Von Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*), Großem und Kleinem Abendsegler (*Nyctalus noctula*, *N. leisleri*) konnten 402 Höhenkontakte festgestellt werden. Darüber hinaus lag ein Schlagopferfund der Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) vor, womit auch für diese Art zumindest ein indirekter Nachweis einer Höhenaktivität belegt wurde. Den übrigen zehn Fledermausarten konnten keine Aktivitäten im Rotorbereich von Windenergieanlagen nachgewiesen werden.

Die Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) zeigte mit 0,6 K/h im Rotorbereich gegenüber den anderen Arten die höchste Aktivitätsdichte. Beim Großen und Kleinen Abendsegler ergaben sich Werte zwischen 0,2 und 0,3 K/h. Alle drei Arten zeigten überwiegend Ortungsrufe und nur wenige Jagdsequenzen im Rotorbereich. Offensichtlich haben die in der Höhe erfassten Individuen aller drei Arten nur sehr selten gejagt. Aufgrund dieser Erkenntnis ist zu vermuten, dass sich die Nahrungsverfügbarkeit - und somit möglicherweise auch die Windgeschwindigkeit - auf die Nutzung des freien Luftraumes weniger stark auswirkt als bisher vielleicht angenommen. Dieser Aspekt zeigt, dass Fragen zur Korrelation von Höhenaktivität und Witterungsfaktoren nicht gänzlich losgelöst von den jeweils festgestellten Verhaltensweisen betrachtet werden können. Die allgemein verbreitete These, dass Fledermäuse durch Insektenschwärme an einigen Anlagentypen angelockt werden, konnte durch die hier gewonnenen Erkenntnisse nicht bestätigt werden kann.

Bei der Betrachtung abiotischer Faktoren wie der Windgeschwindigkeit nahm die Aktivitätsdichte bei allen Arten mit zunehmender Windgeschwindigkeit erwartungsgemäß ab. Für den dargestellten Windgeschwindigkeitsbereich konnte für die Gesamtaktivität eine Abnahme um ca. 0,1 K/h pro m/s festgestellt werden, wobei die Aktivitätsdichte allerdings keine klare lineare Beziehung zur Windgeschwindigkeit aufwies. Die Windgeschwindigkeitswerte, ab denen eine deutliche Abnahme der Aktivität zu verzeichnen war, bewegten sich dabei tendenziell im Bereich von 5 m/s beim Kleinen Abendsegler, 6-7 m/s bei der Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) und 8 m/s beim Großen Abendsegler. Zur Konsolidierung der Ergebnisse sind in weiteren Untersuchungen allerdings vor allem Messungen bei höheren Windgeschwindigkeiten notwendig. Temperatur und Luftfeuchtigkeit haben generell einen entscheidenden Einfluss auf die Aktivität und Raumnutzung von Fledermäusen. Die hier gewonnenen Ergebnisse bestätigen die Erwartung, dass die Aktivität auch in der Höhe mit steigender Temperatur zunimmt und bei zunehmender Luftfeuchtigkeit geringer wird.

Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen hinsichtlich der Höhenaktivität eine klare artspezifische Differenzierung für die hier untersuchten Standorte. Eine Übertragung der Ergebnisse auf strukturärmere Gebiete ist nicht ohne weiteres möglich, da nicht gesichert ist, ob die Arten, sofern sie im offenen Gelände auftreten, in diesen Bereichen ähnliche Verhaltensmuster zeigen. Untersu-

chungen zur Höhenaktivität von Fledermäusen an Standorten im Offenland sind deshalb dringend notwendig.

Während die vorliegenden Ergebnisse Prognosen zum potenziellen Kollisionsrisiko in Wald- und Waldrandbereichen hinsichtlich der betroffenen Arten erlauben, sind Aussagen über das tatsächlich zu erwartende Ausmaß an Individuenverlusten weder generell noch im Einzelfall möglich. Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass ggf. auch nach einer eingehenden Untersuchung der bodennahen Aktivität mit den herkömmlichen Mitteln (z.B. Detektorbegehungen) keine Rückschlüsse auf die zu erwartende Höhenaktivität möglich sind. Vor allem bei den Abendsegler-Arten (*Nyctalus noctula*, *N. leisleri*) zeigte sich, dass eine hohe allgemeine Aktivität in einem Gebiet nicht gleichbedeutend mit einer erhöhten Aktivität im Rotorbereich ist bzw. umgekehrt.

Summary

Bat activity in the rotor sweep area of wind turbines in windparks of south western Germany

New findings regarding the flying activity of bats in the rotor sweep area of wind turbines in combination with encountered collision fatalities have recently led to an increased awareness of this topic during respective application and permitting processes. Due to non-foreseeable conflict risk, the operation of wind turbines nowadays is frequently tied to requirements regarding the analysis of impact and potential interference with the bat fauna after the commissioning date. This paper presents the findings from a study of the flying activity of bats in high altitude at four different locations in the south-west of Germany during 2005 and 2006.

To capture the activity of bats in higher altitudes acoustically, a radio-transmitter system for real-time recording was developed which is able to document batcalls without transmission losses. The transmitter units were installed both at the turbine gondola as well as on the ground as reference to be able to compare the results from higher altitudes with ground activity.

During an observation period of 688.5 hours, 3,845 bat contacts including 14 different species were documented for ground and high-altitude activity. 3,433 of these contacts from11 species could be attributed to ground activity. 402 high-altitude contacts were detected from the Common pipistrelle (*Pipistrellus pipistrellus*), Noctule bat (*Nyctalus noctula*) and Leisler's bat (*Nyctalus leisleri*). In addition, a collision fatality of a Nathusius's pipistrelle (*Pipistrellus nathusii*) was encountered as indirect evidence for high-altitude activity of this species. However, no flying activity in the rotor sweep area of wind turbines could be confirmed for the remaining 10 species.

The Common pipistrelle (*Pipistrellus pipistrellus*) showed the highest concentration of activity in the rotor sweep area (0,6 K/h). Respective values for Noctule bat and Leisler's bat were between 0,2 and 0,3 K/h. All three species showed mainly orientation calls and only few hunting sequences in the rotor sweep area. Apparently, the documented individuals from all three species were rarely hunting in higher altitudes. This result leads the authors to assume that the availability of food – and potentially the wind velocity – has a smaller influence on the use of the flying area than traditionally thought.

This aspect furthermore shows that issues regarding correlation of high-altitude activity and weather conditions can not be analysed independent from behavioural aspects. The commonly presumed hypothesis of bats being attracted by swarms of insects around the installations could not be confirmed by the results of this study.

Regarding abiotic factors like wind velocity the analysis resulted, as expected, in a decrease of activity concentration for all species with increasing velocity. For the analysed velocity range the decrease was measured at approximately 0.1 [K/h] per [m/s] for the activity as a whole, however, with the activity concentration not showing a clearly linear relationship to wind velocity. With regard to specific species, the results show a clear decrease in activity for velocities higher than 5 [m/s] for Leisler's bat (*Nyctalus leisleri*), 6-7 [m/s] for the Common pipistrelle (*Pipistrellus pipistrellus*) and 8 [m/s] for the Noctule bat (*Nyctalus noctula*). Further studies are needed especially in higher wind velocities for confirmation of these results. In addition, temperature and humidity generally have a decisive influence on activity and habitat usage of bats. The results at hand confirm expectations that activity, also in higher altitudes, increases with rising temperatures and decreases with increased humidity.

The study shows furthermore a clear differentiation between species regarding the activity in higher altitudes at the investigated locations. Transferring the results to more open areas is not possible offhand, because it is uncertain that the species show comparable behavioural patterns in other types of terrain. Studies analysing high-altitude activity of bats in open terrain are therefore imperatively necessary.

Despite the fact that these results allow estimates of potential collision risks for the respective species in forested areas as well as edges of forests, forecasts regarding the amount of actual loss of individual bats are not possible, neither in general nor for specific cases. The outcome of the study implies that even after detailed analysis of ground activity with traditional means (e. g. ground detectors) no inference can be made regarding expected high-altitude activity. Especially for Noctule bat (*Nyctalus noctula*) and Leisler's bat (*N. leisleri*) a high general activity in the area was not tantamount to an increased activity in the rotor sweep area and vice versa.

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 for the BATS AND WIND ENERGY COOPERATIVE. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA.

BRINKMANN, R. (2006): Konzept für das Monitoring im Windpark Mehringer Höhe 2006/2007. Unveröff. Papier i. A. juwi GmbH. Mainz.

-, MAYER, K., KRETZSCHMAR, F., & WITZLEBEN, J. v. (2006a): Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse – Ergebnisse aus dem Regierungsbezirk Freiburg mit einer Handlungsempfehlung für die Praxis. Broschüre i. A. Regierungspräsidium Freiburg.

-, SCHAUER-WEISSHAHN, H., & BONTADINA, F. (2006b): Untersuchung zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg. Studie i. A. des Regierungspräsidiums Freiburg.

GRUNWALD, T., SCHÄFER, F., ADORF, F., & VON LAAR, B. (2007): Neue bioakustische Methoden zur Erfassung der Höhenaktivität von Fledermäusen an geplanten und bestehenden WEA-Standorten. Nyctalus (N.F.) **12**, xx-xx (Themenheft „Fledermäuse und Nutzung von Windenergie").

KURTZE, W. (1974): Synökologische und experimentelle Untersuchungen zur Nachtaktivität von Insekten. Zool. Jb., Syst., **101**, 297-344.

KUSENBACH, J. (2005): Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Fledermäuse. Landschaftspfl. u. Natursch. in Thüringen **42**(2), 56-61.

MESCHEDE, A., & HELLER, K.-G. (2000): Ökologie und Schutz von Fledermäusen in Wäldern. Schr.R. Landschaftspfl. u. Natursch. **66.** Hrsg.: Bundesamt f. Naturschutz (BfN). Bonn-Bad Godesberg (374 pp.).

MLUR – Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg (2003): Tierökologische Abstandskriterien für die Errichtung von Windenergieanlagen in Brandenburg; www.brandenburg.de/land/mlur/n/tieroek.pdf.

NIETHAMMER, J., & KRAPP, F. [Hrsg.] (2001): Handbuch der Säugetiere Europas. Bd. **4**: Fledertiere. Teil 1: *Chiroptera*: *Rhinolophidae*, *Vespertilionidae*. Aula Verlag. Wiebelsheim.

PFALZER, G. (2002): Inter- und intraspezifische Variabilität der Soziallaute heimischer Fledermausarten (*Chiroptera*: *Vespertilionidae*). Mensch u. Buch Verlag. Berlin (251 pp.).

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. von Megawatt Eole. Stuttgart (23 pp.).

-, & - (2006): L'evaluation ecologique de deux secteurs d'installations eoliens en France sur la base de la diversite et l'activite des chauvessouris. SWILD, Zürich, mandat de Megawatt Eole. Stuttgart (41 pp.).

SKIBA, R. (2003): Europäische Fledermäuse. Kennzeichen, Echoortung und Detektoranwendung. Neue Brehm-Büch., Bd. **648**. Westarp Wissenschaften. Hohenwarsleben (212 pp.).

WEBER, C. (2002): Einfluss von Nahrungsangebot und Habitatcharakter auf die Aktivität von Fledermäusen (*Mammalia*: *Chiroptera*) an Waldstrukturen im Pfälzerwald. Mensch u. Buch Verlag. Berlin (224 pp.).

THOMAS GRUNWALD und FRANK SCHÄFER, Büro für Landschaftsökologie und Geoinformation, Aubachblick 3, D-55444 Schöneberg; www.blg-net.de

Nyctalus (N.F.), Berlin **12** (2007), Heft 2-3, S. 199-220

Die Fledermäuse im Bereich der Deutschen Nordsee unter Berücksichtigung der Gefährdungen durch Windenergieanlagen (WEA)

Von Reinald Skiba, Wuppertal

Mit 5 Abbildungen

1 Einleitung

Der Innsbrucker Professor Dr. K.W. v. Dalla Torre (1850–1928) hatte zusammen mit dem Helgoländer Ornithologen H. Gätke (1814–1897) darauf hingewiesen, dass die Nordfledermaus in Helgoland auf dem Herbstzuge zahlreich vorhanden sei. Dieser Hinweis erschien mir ungewöhnlich, da in der Deutschen Nordsee („Deutsche Bucht") Helgoland die Insel mit der größten Entfernung nach Osten und Süden zur Festlandküste und den dort vorgelagerten Inseln ist. Zudem gilt die Deutsche Nordsee als oft stürmisch, windig und von Tiden abhängig. Auch waren Nordfledermäuse bisher aus den Nord- und Ostfriesischen Inseln nicht bekannt. Das waren die Gründe dafür, das Fledermausvorkommen in Helgoland ab dem Jahr 2000 mit dem Ultraschalldetektor zu untersuchen. Die dabei unerwartet festgestellten Ergebnisse veranlassten mich dazu, die bisherigen Erkenntnisse über Fledermäuse in der gesamten Deutschen Nordsee einschließlich der Nord- und Ostfriesischen Inseln aus dem Schrifttum und durch die dankenswerte Hilfe verschiedener Personen zusammenzustellen. Außerdem habe ich die Insel Borkum mit dem Ultraschalldetektor auf Fledermausvorkommen untersucht.

Diese Arbeit ist um so wichtiger, da die Bundesregierung sich in den letzten Jahren bemüht, den Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromversorgung wesentlich zu erhöhen, wodurch in der Deutschen Nordsee in großer Zahl Windenergieanlagen (WEA) errichtet werden sollen. Das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) hat bereits jenseits der 12 sm-Zone zahlreiche Genehmigungen für Errichtung und Betrieb von WEA erteilt, ohne dass gründlich geklärt wurde, ob und gegebenenfalls welche Gefährdungen für Fledermäuse durch die WEA entstehen können. Daher habe ich versucht, aus den wenigen bisherigen Erkenntnissen und mit den besten technischen Ultraschallgeräten zu ermitteln, welche Fledermäuse über die Deutsche Nordsee bei Wanderungen und Verdriftungen fliegen. In der folgenden Diskussion wird außerdem auch die Frage besprochen, welche Untersuchungen und Maßnahmen notwendig sind, um Gefährdungen der Fledermäuse zu minimieren.

2 Bisherige Nachweise über Fledermäuse

2.1 Nachweise in Helgoland

Rauhautfledermaus: Am 3.9.1927 wurde auf dem Dampfer von Amrum nach Helgoland von R. Drost (Leiter der Station Vogelwarte Helgoland) eine Rauhautfledermaus gefangen (Caspers 1942, Vauk 1974). Das Tier wurde nach Mohr (1931 a) in Helgoland vom Museum in die Sammlung aufgenommen und 1944 durch Kriegseinwirkung zerstört. Auf der Insel Helgoland wurde keine Rauhautfledermaus festgestellt.

Zwergfledermaus: Am 18.10.1971 wurde von P. Mangelsdorf im Unterland eine halbverweste Zwergfledermaus gefunden und von H. Reichstein, Kiel, bestimmt (Vauk

1974). – Eine weitere männliche Zwergfledermaus wurde am 24.2.1981 gefangen und mit 3 Mehlwürmern ernährt. Dann entwich sie beim Versuch, sie zu fotografieren. Sie war bereits längere Zeit vorher gesehen worden. Vermutlich war dieses Tier bereits im Spätherbst angekommen (VAUK & CLEMENS 1982). Bisher wurden im Winter weder im Unter- und Oberland noch in den Stollen des Buntsandsteins Fledermäuse entdeckt.

Großer Abendsegler: Erste Berichte über Große Abendsegler in Helgoland stammen von MOHR (1931 b), jedoch ohne genaue Angaben. – VAUK (1974) berichtet, dass im September 1967 ein Großer Abendsegler, der in einem Strandkorb gehangen hatte, zur Vogelwarte gebracht wurde. Das Tier wurde dort in einen Starenkasten des Fanggartens gesetzt, in dem die Fledermaus am folgenden Morgen nicht mehr vorhanden war. – Nach VAUK (1974) wurde außerdem ein Großer Abendsegler am 21.5.1973 an einem Fenster im oberen Stockwerk des Leuchtturms gefangen. Das Tier wurde ebenfalls in einen Starenkasten des Fanggartens der Vogelwarte gesetzt und war am nächsten Morgen dort wieder verschwunden. – BRÖRING et al. (1993) verwiesen in der Arbeit über Fauna und Flora des Niedersächsischen Wattenmeers auch auf den Großen Abendsegler in Helgoland.

Breitflügelfledermaus: SELYS-LONGCHAMPS (1882) berichtet über eine von Helgoland stammende Breitflügelfledermaus, die er von einem dortigen Präparator anlässlich einer Exkursion im September 1879 erhalten hatte. – Weitere Angaben über Breitflügelfledermäuse aus Helgoland stammen von MOHR (1931 b), die dazu jedoch keine Einzelheiten nennt.

Nordfledermaus: Der bekannte Helgoländer Ornithologe HEINRICH GÄTKE (1814–1897) hat in seinen zahlreichen Sammlungen auch Fledermäuse besessen. 1944 wurden diese Sammlungen durch Bombenhagel zerstört. Einzelheiten nannte jedoch bereits vorher K. H. v. DALLA TORRE (1850–1928). Der Innsbrucker Professor hatte GÄTKE längere Zeit besucht und auch dessen Sammlung über Fledermäuse geprüft. 1889 veröffentlichte v. DALLA TORRE sein Buch über „Die Fauna von Helgoland". Von der Nordfledermaus gab er an (S. 24): „Kommt nach H. GÄTKE jeden Herbst auf dem Zuge ziemlich zahlreich vor. Ich habe Exemplare eingesehen." – MOHR (1931 b) und VAUK (1974) halten die Angaben von v. DALLA TORRE und GÄTKE für unsicher, zumal GÄTKE seine Sammlungen auch aus anderen Gebieten bezogen hatte. VAUK (1974) hat daher vorgeschlagen, die Nordfledermaus für Helgoland als für nicht nachweisbar anzusehen und bei VAN DEN BRINK (1972) zu streichen. Auch ich (SKIBA 1989) hielt die Angabe von v. DALLA TORRE (1889), dass die Nordfledermaus „jeden Herbst auf dem Zug ziemlich zahlreich" vorkommt, für unwahrscheinlich.

2.2 Nachweise an den Ostfriesischen Inseln

Auf der kleinen Insel Memmert zwischen Juist und Borkum wurde am 11.6.1961 ein Kleiner Abendsegler in Ruhestellung verendet in einem Schuppen gefunden. Das mumifizierte Tier hat dort wahrscheinlich seit Herbst 1960 gehangen (R. SKIBA 2003). – In Borkum und Norderney wurden vereinzelt Zwergfledermäuse beobachtet (BRÖRING et al. 1993). – HOFMANN (1996) hat für Borkum folgende Arten angegeben:

- Großer Abendsegler: 17.3.1990 an Zimmergardinen; Ostern 1994 im Zimmer.
- Zwergfledermaus: 1962 im Zimmer von einem Badegast; 10.9.1968 tagsüber aus einem Dachboden; Anfang März 1975 aus einer Stacheldrahtrolle. Ob es sich in diesen Fällen vielleicht auch um die eine oder andere Rauhautfledermaus gehandelt hat, ist ungeklärt.
- Zweifarbfledermaus: 9.11.1976 bei einem Drogisten gefunden, bei HOFMANN (1996) mehrere Wochen im Keller verblieben und dann verendet.
- Nordfledermaus: 10.4.1994 an Zimmergardine, wahrscheinlich durch starke Nordostwinde verweht, wurde von HOFMANN bis zum 12.4.1994 mit Mehlwürmern gefüt-

tert und freigelassen. Nach Angabe von W. RACKOW (WALTER et al. 2005) scheint es sich nicht um die Nordfledermaus, sondern wahrscheinlich um den Kleinen Abendsegler gehandelt zu haben (vgl. 6.1).

Nach WALTER et al. (2005) ist zur Zeit keine Fledermausart auf den Ostfriesischen Inseln heimisch. Gelegentlich werden wandernde oder verdriftete Fledermäuse dort gefunden. – T. RUHWEDEL (mdl.) fand während seiner Zivildienstzeit in Borkum am 21.1.2005 eine tote Teichfledermaus in einem halb verfallenen Bunker, ca. 200 m nördlich der „Bantjedüne". Eine weitere tote Teichfledermaus entdeckte er am 23.7.2005 auf der Straße westlich des „Greune Stee Weg". Mit dem Detektor wurden von ihm 2005 Wasser-, Zwerg- und Rauhautfledermaus beobachtet.

2.3 Nachweise an den Nordfriesischen Inseln

MOHR (1931a/b) weist darauf hin, dass es in Nordfriesland auf allen 5 großen Inseln (Sylt, Föhr, Pellworm, Amrum und Nordstrand) Fledermäuse gab. Auch auf Süderoog wurden Fledermäuse entdeckt. Die Halligen besaßen keine ständigen Fledermausvorkommen. Einzelheiten über die Arten der Fledermäuse konnte MOHR (1931 a/b) nicht nennen. – In den Jahresberichten Jordsand 1986–1995 wurden zwischen August und Oktober 12 kleine Fledermäuse von den Halligen und nordfriesischen Inseln gemeldet. REIMERS (1999) hält diese zum Teil für Rauhautfledermäuse. – BORKENHAGEN (1993) nennt die Breitflügelfledermaus in Föhr, außerdem die Zwergfledermaus in Sylt. – BEILSTEIN (1994) weist auf fliegende Fledermäuse, vermutlich Rauhautfledermäuse, selten Große Abendsegler, in Sylt, Amrum, Pellworm, Norderoog, Hallig Habel und anderen Halligen hin. Die Fledermäuse seien dort fast ausschließlich nur während der Zugzeit im Frühling und Herbst beobachtet worden. Am Festland in der Nähe der Küste wurden außerdem mehrfach Zwerg-, Wasser- und Breitflügelfledermäuse festgestellt. – Bei einer Untersuchung durch Mitglieder vom Verein Jordsand wurden im Herbst 1996 im Westen von Schleswig-Holstein in Küstennähe ebenfalls zahlreich Rauhaut-, Zwerg- und Breitflügelfledermäuse nachgewiesen. Wasserfledermäuse und Großer Abendsegler konnten nur an 2 Standorten festgestellt werden, davon ein Abendsegler aus Sylt (REIMERS 1999). Am 2.6.1996 wurde eine Rauhautfledermaus in Friedrichstadt (12 km südlich von Husum) nach einem Fahrzeugunfall aufgefunden, die am 11.4.1996 von G. PETERSONS in Pape/Lettland beringt wurde (REIMERS 1999). Dieser Vorfall deutet darauf hin, dass die Rauhautfledermaus auch aus dem Gebiet des Baltikums in die Richtung der Nordsee zieht. – BARRE & BACH (2004), die aus 24 europäischen Ländern Angaben über Rauhautfledermäuse zusammenstellten, vermuten Migrationswege über die Nordsee auch zu den Nord- und Ostfriesischen Inseln. Über Schleswig-Holstein weisen danach die Flüge von etwa 1500 Rauhautfledermäusen Richtung friesische Inseln. Außerdem stellte SEIFERT im September 2000 ein balzendes Männchen einer Rauhautfledermaus auf Föhr fest (BARRE & BACH 2004).

2.4 Nachweise auf Bohr-, Gas- und Ölplattformen und Schiffen

Am 19.10.1965 flog ich aus beruflichen Gründen mit dem Helicopter etwa 60 km westlich von Helgoland zur Offshore-Gasbohrinsel Mr. Louie (Koordinaten 54° 09,961' N, 06° 58,121' E, Abb. 1). Nach dem Essen in der Kombüse übergab mir der Koch mehrere erschöpfte Wintergoldhähnchen in einem Karton, die er dort aufgesammelt hatte. Ich sollte sie wieder auf dem Rückweg nach Emden im Hubschrauber mitnehmen. Bei dieser Gelegenheit erklärte mir der tierfreundliche Koch, dass er besonders seit September im nächtlichen Lampenlicht der Bohrung mehrfach kleine Fledermäuse gesehen hätte. Diese Fledermäuse wären umhergeflogen, hätten sich teilweise auch versteckt, doch hätte er sie nicht erreichen können, zumal sie stets nach einiger Zeit wieder weiter geflogen seien. Wir waren beide der Meinung, dass es sich um Zwerg- oder Rauhautfledermäuse auf dem Durchzug gehandelt hätte.



Abb. 1. Offshore Gasbohrinsel Mr. Louie im Deutschen Hoheitsgebiet 19.10.1965, ca. 60 km westlich von Helgoland. Foto: R. Skiba

In den Jahren 2001–2003 wurden auf Schiffen im Bereich der Nordsee Studien zur Umweltverträglichkeit von Offshore Windenergieanlagen durchgeführt (Walter et al. 2005). Es ging vorrangig um den Vogelzug. Dabei wurde bei Tag und bei Nacht auch das Vorhandensein von Fledermäusen in den Untersuchungsgebieten Nordsee Ost (54° 29, 293' N / 7° 45, 096' E) ca. 40 km NW von Helgoland, Borkum Riffgrund (54° 03, 008' N / 6° 12, 765' E) ca. 55 km NNW von Borkum und Nordergründe (53° 49, 109' N / 8° 10, 537' E) ca. 25 km NNO von Wangerooge beobachtet. Festgestellt wurden nur 5 Fledermäuse in Borkum Riffgrund, und zwar ohne Einsatz von Ultraschall-Detektoren (Walter et al. 2005).

- 16.6.2001, Beaufort 3, Windrichtung SO, Temperatur 14°C, Wolken 7/8, Uhr 24:07, große Fledermaus niedrig um Schiff kreisend.
- 25.8.2001, Beaufort 4, Windrichtung SSO, Temperatur 20°C, Wolken 0/8, Uhr 7:45, kleine Fledermaus bei Tage um Schiff kreisend.
- 26.8.2001, Beaufort 5, Windrichtung SO, Temperatur 21°C, Wolken 4-6/8, Uhr 3:28, kleine Fledermaus um Schiff kreisend.
- 14.5.2002, Beaufort 6, Windrichtung SO, Temperatur 12°C, Wolken 8/8, Uhr 1:00, kleine Fledermaus in 5 m Höhe fliegend nach SO.
- 20.4.2003, Beaufort 6, Windrichtung NO, Temperatur 9°C, Wolken 8/8, Uhr 15:00, bei Tage am Schiff fliegend. Nach Foto bestimmt durch H. Vierhaus: Großer Abendsegler. – Mit Rücksicht darauf, dass es sich in 3 Fällen um kleine Fledermäuse gehandelt hat, vermuten die Autoren (Walter et al. 2005) hier Rauhautfledermäuse.

Aus dem englischen Hoheitsbereich der Nordsee wurden aus 19 Gebieten Rauhautfledermäuse, zum Teil mehrere, aus Bohr-, Gas- und Ölplattformen von Shetland (u.a. ca. 150 km von Norwegen) bis Mittelengland (u.a. 4.10.1991 ca. 180 km in Richtung des „Entenschnabel" der Deutschen Nordsee) gemeldet (Russ et al. 2001). Die Rauhautfledermäuse wurden im Mai/Juni und vor allem während des Herbstzuges im September bis November „in the hand" – also als Handaufsammlung – untersucht. Es ist anzunehmen, dass bei Verwendung von Ultraschall-Detektoren eine weitaus größere Anzahl von Rauhautfledermäusen hätte registriert werden können. Die Fledermäuse bleiben in England im Winter im Inland, nicht jedoch im Sommer, wo sie nach Skandinavien fliegen. – Außerdem wurde in England an einer Bohrplattform nicht weit entfernt vom Nordwesten des Deutschen Hoheitsgebietes vor 1985 eine wandernde Zweifarbfledermaus gefunden (Hill & Smith 1988, S. 156 u. 215). Da diese Art in England nur sehr selten vorkommt (Mitchell-Jones et al. 1999, Schober & Grimmberger 1998), muss sie über das Meer aus östlich gelegenen Bereichen zur Plattform geflogen sein. – Eine in Plön (Schleswig-Holstein) beringte Rauhautfledermaus wurde im Juli 2 Jahre später auf den Kanalinseln/Jersey festgestellt (Russ et al. 2001). Vermutlich fliegen solche Rauhautfledermäuse an den ost- und westfriesischen Inseln oder an der Küste auf dem Land entlang. – Am 25.9.1993 ist in der Nordsee in nieder-

ländischem Hoheitsgebiet auf einer Gasförderplattform ca. 80 km im NW von Den Helder (53° 20' N, 3° 53' E) eine lebendige männliche Nordfledermaus gefunden worden (BOSHAMER 1993). Das Tier mit nur 8 g Gewicht fraß seine Mehlwürmer und wurde am 29.9.1993 in Den Helder freigelassen.

3 Methode

3.1 Geräte

Noch vor siebzig Jahren konnte der Ultraschall von Fledermäusen wegen seinerzeit noch fehlender Technik von Menschen nicht festgestellt werden. Daher wurden die meist nachts fliegenden Tiere nicht erkannt. Selbst wenn Fledermäuse in der Abenddämmerung gesehen wurden, konnte in der Regel nicht ausgemacht werden, um welche Art es sich handelte. Erst 1938 gelang es dem seinerzeitigen Studenten und späteren Biologieprofessor DONALD R. GRIFFIN / USA (1915–2003) mit einem Oszilloskop nachzuweisen, dass sich Fledermäuse mit Hilfe von Ultraschall orientieren. Als Ultraschall bezeichnen wir für den Menschen nicht hörbaren Schall mit einer Frequenz > 16 kHz. In Europa begannen die ersten Untersuchungen über Ultraschall etwa in den 70er Jahren vor allem durch AHLÉN (1981). Obwohl es in den letzten Jahren zahlreiche Typen von Detektoren gab, wurden diese in Helgoland bis zum Jahr 2000 nicht benutzt. Das Vorhandensein von Fledermäusen in Helgoland konnte so bisher nicht genügend erkannt werden. Daher sah ich meine Aufgabe darin, die mit Ultraschall dort – später auch in Borkum – fliegenden Fledermäuse mit entsprechenden Geräten zu orten und zu dokumentieren. Um die Fledermäuse mit Hilfe von Ultraschall zu hören, wurden dabei drei technisch unterschiedliche Verfahren angewendet:

- Das *Frequenzwahlverfahren (Mischverfahren):* Im Detektor befindet sich ein Oszillator (Hilfssignalerzeuger), dessen Frequenz über einen Frequenzwähler (Drehknopf = Tuner) eingestellt werden kann. Der Schall aus dem Ultraschallmikrofon wird mit dem des Oszillators gemischt. Das Differenzsignal wird bis zu einer Differenz von etwa ± 5 kHz weiterverarbeitet und hörbar gemacht. Je kleiner die Differenz ist, um so lauter und tieffrequenter ist der Schall als Endprodukt der technischen Verarbeitung. Man kann also die energiereichste Frequenz (Hauptfrequenz) einstellen und hört nach Frequenz und Lautstärke im Bereich von 1 bis 2 kHz differenzierte Tonreihen der Ultraschallrufe. Dieses Verfahren ist technisch einfach zu verwirklichen und ist besonders schallempfindlich, hat aber den Nachteil, dass aus der Dokumentation die Original-Ultraschallfrequenz nicht zurückgerechnet werden kann. Die wichtige wissenschaftliche Anforderung der Reproduzierbarkeit der Ergebnisse ist also nicht erfüllbar.
- Diesen Nachteil sucht das *Frequenzteilverfahren* zu beseitigen. Das Prinzip dieses Verfahrens ist einfach: Der Schall, der den Detektor mittels Mikrofon erreicht, wird hinsichtlich seiner Frequenz auf ein Zehntel verkleinert. Es wird beispielsweise aus einer originalen Ultraschallfrequenz von 50 kHz eine hörbare Endfrequenz von 5 kHz. Aus dem dokumentierten Schall lässt sich also die Originalfrequenz zurückrechnen. Auch lassen sich unter entsprechenden technischen Voraussetzungen Aussagen über die Struktur eines einzelnen Ultraschallrufes machen, ob er z. B. in der Frequenz konstant oder moduliert ist. Zudem wird im Gegensatz zum Frequenzwahlverfahren aller Ultraschall, der das Mikrofon erreicht, hörbar gemacht.
- Nach dem dritten, erst seit wenigen Jahren möglichen *Zeitdehnverfahren* wird das analoge Ultraschallsignal digital mit einer Abtastrate von 250 bis 400 kHz umgewandelt und gespeichert. Der Ultraschall wird dann durch zehnfach zeitgedehnte Entleerung des Speichers hörbar und für eine genaue Analyse verwertbar gemacht. Dieses Verfahren bewirkt eine sehr genaue Hörbarkeit des Schalls, doch ist der technische Aufwand für die speziell entwickelten Speicher mit Zeiten von wenigen Sekunden (meist 1–3 s) teuer.

Für alle Aufnahmen benutzte ich den Ultra-

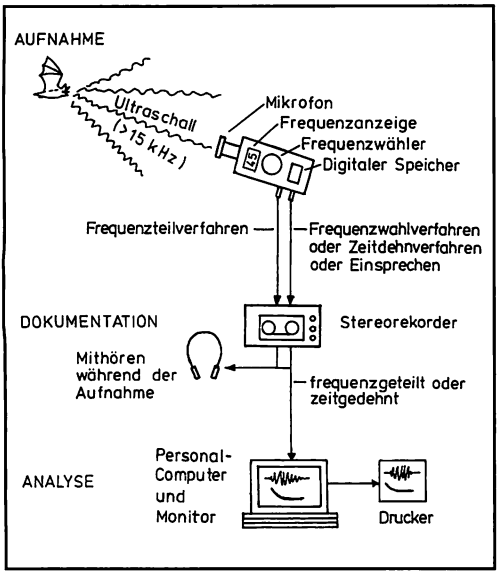


Abb. 2. Aufnahme, Dokumentation und Analyse von Fledermausrufen

schalldetektor D 980 (Frequenzwahl-, Frequenzteil- und Zeitdehnverfahren) von Pettersson Elektronik AB, Schweden. Für eine zweite Person wurde D 940 (Frequenzwahl- und Frequenzteilverfahren) benutzt. Beide Geräte besitzen starke Kondensatoren. Die bewährte Horchbox D 240 X konnte nicht benutzt werden, da die hohen und sehr leisen Ultraschallrufe des Großen Abendseglers und anderer sehr leiser Fledermäuse im Gegensatz zum D 980 nicht mehr erfasst werden konnten. Als Rekorder diente Sony WM-D6C mit einer Kassette von 90 Minuten. Oszillogramme und Spektrogramme ergaben sich über den Personal-Computer durch Avisoft SASLab (Specht, Berlin). Abb. 2 zeigt den Verfahrensablauf von der Aufnahme bis zur Analyse des Personal-Computers und bis zum Drucker.

3.2 Untersuchungsgebiete

Die gut 1 km² große Hauptinsel von Helgoland gliedert sich in Unter- und Oberland. Sie besteht vor allem aus schroff zerklüftetem roten Buntsandstein mit zahlreichen Stollen und Spalten. Das Oberland erreicht eine Höhe bis zu 61 m über NN. Dort befindet sich ein Leuchtturm mit starkem Lichtkegel für die Seeschifffahrt. Außerdem gibt es im Oberland neben ausgedehnten Wiesen Teile der Siedlung mit Kirche und Friedhof, die Vogelwarte Helgoland mit einem umfangreichen busch- und baumbestandenen Fanggarten und eine Kleingartenanlage für die Einwohner. Im Unterland befinden sich vor allem im Süden außer den Hafenanlagen viele Häuser, Straßen, Kuranlagen sowie Grünanlagen mit Sträuchern. Die zweite Teilinsel, die etwa 0,7 km² große Düne, liegt etwa 1 km entfernt. Sie besitzt einen Badestrand, in ihrer Mitte zahlreiches Strauchwerk und einen kleinen Teich. WEA gibt es in Helgoland nicht. Die Zahl der Bewohner beträgt ca. 1650.

Die Entfernung von Helgoland zum Osten (St. Peter Ording, Büsum) und Süden (Wangerooge, Carolinensiel) beträgt ca. 40–50 km, zum Südwesten (Cuxhaven) etwa 65 km. Da Fledermäuse besonders während der Zugzeit ohne Unterbrechung vorwiegend zwischen Nordosten und Südwesten über die See fliegen, sind ihre Flugstrecken zwischen der Küste bzw. den nordfriesischen Inseln von Schleswig-Holstein und der Küste bzw. den ostfriesischen Inseln Niedersachsens in der Regel wesentlich länger. Eine Unterbrechung der Wanderung in Helgoland hat daher für die Fledermäuse große Bedeutung, da sie dort durch den Insektenreichtum genügend Futter finden.

Außerdem wurde die Insel Borkum wegen ihrer besonderen Größe und des Vorhandenseins von Süßwasser untersucht. Die Insel hat eine Länge von ca. 10 km, eine Breite von ca. 7 km. Die zahlreichen Dünen haben eine Höhe von bis zu 21 m. Das Dorf mit etwa 7500 Einwohnern und 2 Leuchttürmen sowie einem ehemaligen dicken Wasserturm befindet sich im Westen. Außer den zahlreichen Dünen mit teilweise hohen Sträuchern befinden sich in der Marsch auf den Weiden mehrere Süßwasserseen (Hoppe und Tüskendör). Im Bereich des Klärwerks sind 2 und am Hafen 3 WEA. Die Entfernung bis nach Helgoland beträgt ca. 100 km, nach der Insel Juist ca. 8 km, nach der holländischen Insel Schiermonnikoog ca. 21 km und nach dem südlichen Festland ca. 10 km.

3.3 Untersuchungszeitraum

In Helgoland erfolgten die Beobachtungen im Unter-, Mittel- und Oberland von der Abenddämmerung bis etwa 1 Uhr nachts, und zwar an folgenden Tagen (Tab. 1):
29./30.8.2000–3./4.9.2000 (6 Tage);
23./24.7.2001–27./28.7.2001 (5 Tage);
29./30.9.2004–2./3.10.2004 (4 Tage);
25./26.8.2005–1./2.9.2005 (8 Tage);
25./26.4.2006–7./8.5.2006 (13 Tage).
In Borkum erfolgte die Beobachtung (Tab. 2) jeweils an verschiedenen Stellen vom 9./10.9.2006–16./17.9.2006 (8 Tage) ebenfalls von der Abenddämmerung bis etwa 1 Uhr.

4 Ergebnisse der Untersuchungen 2000 – 2006

4.1 Helgoland

Insgesamt wurden 105 Fledermäuse beobachtet. Es handelte sich um folgende Arten: 84 Rauhautfledermäuse, 8 Zwergfledermäuse, 12 Große Abendsegler, 1 Kleiner Abendsegler (Tab. 1).

Rauhautfledermaus: Sie war bei weitem die häufigste Fledermausart. Sie wurde je nach Witterung Ende April–Mai und im August–Oktober auf dem Zug beobachtet, wo sie sich vor allem auf dem Herbstzug teilweise mehrere Stunden in Helgoland aufhielt, um Insekten zu fangen (Abb. 3). Die größten Mengen wurden am 1.9.2000 mit 32 und am 1.9.2005 mit 16 Ind. entdeckt. Sie flogen fast überall einzeln oder nur zu wenigen. Im September wurden auch balzende Fledermäuse beobachtet. Die ersten Tiere erschienen teilweise erst 2 bis 3 Stunden nach der Dämmerung, manchmal sogar noch wesentlich später. Dies zeigt, dass ein Teil der Rauhautfledermäuse erst vom Festland oder von den Inseln über das Meer Helgoland erreichte. In einigen Fällen, besonders im Frühjahr, wurden die ersten Rauhautfledermäuse auch bereits während der späten Abenddämmerung wahrgenommen. Beim Frühjahrszug wurde festgestellt, dass einige Fledermäuse nachts an den Baracken im Süden der Insel oder auch an den Häusern angekommen waren und am nächsten Abend während der Dämmerung nach NO Richtung Nordsee weiter flogen. Die Flughöhe der Rauhautfledermäuse betrug ca. 2–8 m, die Geschwindigkeit etwa 18–22 km/h. Am Meer fand ich mehrfach jeweils eine vorbeifliegende Fledermaus in einer Höhe von 3–7 m bei einer Geschwindigkeit von 20–28 km/h. Die Art flog am häufigsten bei warmem Wetter auf Insektenjagd nach vorausgegangenem leichten Sommerregen bei einer Windstärke von 4 Beaufort, nicht selten aber auch bei 5–6 Beaufort. Die Windrichtung, egal ob Südwest oder Nordost, war auch bis zu 5–6 Beaufort ohne Bedeutung, wie dies bereits Walter et al. (2005) festgestellt hatten. Die Temperatur betrug im Frühjahr und Spätherbst bis maximal etwa 10°C. Auch bei leichtem Regen flogen noch Rauhautfledermäuse. Außerhalb der Zugzeit scheinen sie nur sehr selten vorhanden zu sein. Ende Juli fand ich in Helgoland keine Fledermaus. Entsprechend gab es dort keine Wochenstuben. Im Winter wurde nach Aussagen der Bewohner keine Rauhautfledermaus entdeckt.

Zwergfledermaus: In Helgoland lag das Vorkommen der Zwergfledermaus gegenüber der Rauhautfledermaus bei etwa 10 %. Sie waren hier teils nur auf dem Durchzug, teils jagten sie wenige Stunden zusammen mit Rauhautfledermäusen Insekten in der Nähe von Lampen und Sträuchern. Ihre Flughöhe betrug 3–7 m. Im Gegensatz zu den Rauhautfledermäusen waren sie wendiger und ließen keine Paarungsrufe hören. Sie flogen alle sofort oder nur nach kurzem Aufenthalt weiter.

Großer Abendsegler: Die Tiere flogen nicht nur verhältnismäßig schnell, sondern so hoch, dass sie mit dem Ultraschall-Detektor kaum hörbar waren. Vielfach konnten in einer Höhe von weit über 180 m nur die tieffrequenten 17–19 kHz „Plopp"-Rufe bei nahezu konstanter Frequenz gehört werden, nicht jedoch in höherer Frequenz die leiseren „Plipp"-Rufe. Die „Plopp"-Ruflängen betrugen etwa 17–24 ms. Typisch für die Rufe waren erste, dritte und fünfte Harmonische (Abb. 4). Ich konnte die Großen Abendsegler nur im

Tabelle 1. Fledermausbeobachtungen während der Nächte auf der Nordseeinsel Helgoland (Abenddämmerung bis 1 Uhr des kommenden Tages).

Datum	Fledermäuse in Helgoland (Anzahl/Tag)	Windrichtung Windstärke	Temp. °C	Bewölkung, Regen
29.08.2000	5 Rauhaut., 1 Zwerg., 3 Gr. Abends. (9)	W, 3	16	3, -
30.08.2000	1 Zwerg. (1)	NW, 3	15	4-6, -
31.08.2000	(auch mit Düne) –	SW, 4	16	0, -
01.09.2000	32 Rauhaut., 2 Zwerg., 2 Gr. Abends. (36)	NW, 4	17	4-6,G
02.09.2000	6 Rauhaut. (6)	NW, 5-6	16	7, -
03.09.2000	-	NW, 5-6	15	3, -
23.07.2001	-	W, 1	18	8, - Gewitter
24.07.2001	-	NW, 4	17	1-2, -
25.07.2001	-	N, 2	17	3, -
26.07.2001	-	NO, 2	18	3, -
27.07.2001	-	O, 2	20	7, -
29.09.2004	-	NW, 3	15	4-6, -
30.09.2004	-	SO, 0-2	17	2, -
01.10.2004	-	SO, 5-7	14	8, S
02.10.2004	1 Rauhaut. (1)	SO, 5-6	15	6, -
25.08.2005	2 Gr. Abends. (2)	W, 6	13	4-6, -
26.08.2005	-	W, 6-7	12	6-8, S
27.08.2005	3 Rauhaut. (3)	W, 5-6	16	4, -
28.08.2005	-	SW, 4-5	16	4, -
29.08.2005	1 Rauhaut., 1 Zwerg., 3 Gr. Abends. (5)	SW, 4-5	18	2, -
30.08.2005	1 Gr. Abends. (1)	NW, 2	16	4, -
31.08.2005	1 Rauhaut., 1 Gr. Abends. (2)	SO, 4-5	19	0, -
01.09.2005	16 Rauhaut., 1 Gr. Abends. (17)	W, 0-2	18	8-2, M
25.04.2006	3 Rauhaut., 1 Kl. Abends. (4)	W, 2-3	12	6-8, G
26.04.2006	-	N, 2	8	6-5, -
27.04.2006	-	N, 4	6	7, -
28.04.2006	-	N, 5	6	6-8, M Gewit
29.04.2006	-	N, 3-4	5	7, M
30.04.2006	-	SW, 0-2	5	0, -
01.05.2006	-	S, 3-4	8	8, S
02.05.2006	-	SW, 4	10	1-2, -
03.05.2006	7 Rauhaut., 1 Zwerg. (8)	S, 4-5	13	0-2, -
04.05.2006	-	SO, 6-7	12	0, -
05.05.2006	5 Rauhaut., 1 Zwerg. (6)	SO, 4-5	12	0, -
06,05,2006	3 Rauhaut. (3)	O, 5	11	0, -
07..05.2006	1 Rauhaut. (1)	O, 4-5	11	0-1, -

Windrichtung: Nach N = Norden, O = Osten, S = Süden, W = Westen.

Windstärke: Nach dem englischen Admiral Beaufort (Bf). 0 = still, 1 = leiser Zug, 2 = leichte Brise, 3 = schwache Brise, 4 = mäßige Brise, 5 = frische Brise, 6 = starker Wind, 7 = steifer Wind, 8 = stürmischer Wind, 9 = Sturm, 10 = schwerer Sturm, 11 = orkanartiger Sturm, 12 = Orkan.

Bewölkung: 0 = wolkenlos, 1–2 = heiter, 3 = leicht bewölkt, 4–6 = wolkig, 7 = stark bewölkt, 8 = bedeckt.

Regen: G = geringer Regen, M = mittelstarker Regen, S = starker Regen.

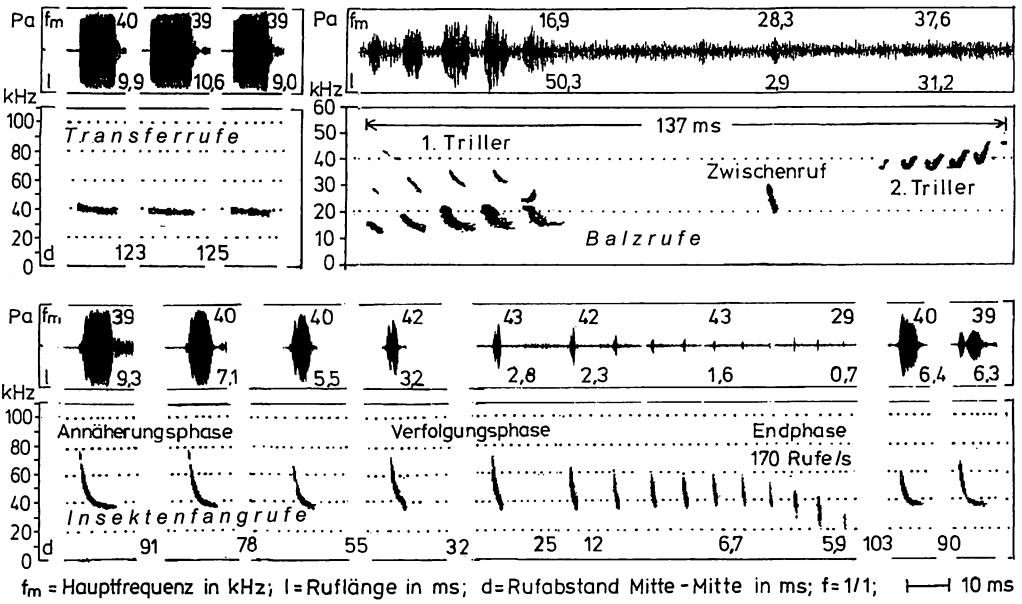


Abb. 3. Rauhautfledermaus - *Pipistrellus nathusii*, Oszillogramme und Spektrogramme. Oben links: Hindernisfreie Transferrufe in 4-8 m Höhe; Nordseeinsel Helgoland, 2.9.2000. Oben rechts: Balzrufe entlang des Flusses in etwa 3 m Höhe; Wuppertal, 15.9.2000. In gleicher Weise in einer Steilwand; Nordseeinsel Helgoland, 1.9.2000. Außerdem in 6 m Höhe fliegend an einer Straße; Borkum, 14.9.2006. Unten: Insektenfangrufe in etwa 4 m Höhe entlang eines Weges; Nordseeinsel Helgoland, 1.9.2005.

August und September hören. Sie flogen, soweit dies einwandfrei erkennbar war, nur in SW Richtung in verhältnismäßig schnellem Tempo. Vermutlich waren weitere Individuen so hoch, dass ich sie nicht mehr hören konnte.

Kleiner Abendsegler: Ein einzelner Kleiner Abendsegler flog um Mitternacht am 25.4.2006 beim Insektenfang in einem Gesträuch des Unterlandes. Schon nach kurzer Zeit flog er mit typischen lauten Rufreihen und großer Geschwindigkeit geradeaus in NO Richtung zur Nordsee.

4.2 Borkum

Insgesamt wurden 53 Fledermäuse beobachtet. Es handelte sich um folgende Arten: 37 Rauhautfledermäuse, 9 Zwergfledermäuse, 3 Teichfledermäuse, 2 Wasserfledermäuse, 1 Breitflügelfledermaus und 1 Zweifarbfledermaus (Tab. 2).

Rauhautfledermaus: Sie war wie in Helgoland auch in Borkum bei weitem die häufigste Art. Übernachtungen erfolgten sowohl in Häusern an Straßen wie auch im östlichen Bereich der Insel in Bauernhäusern. Die Flüge erfolgten überwiegend in SW Richtung von den Dünen, Teichen und von Gewässern, aber auch entlang von Bäumen an den Straßen. Am 14.9.2006 flog ab Mitternacht eine Rauhautfledermaus ständig entlang einer Straße beim Insektenfang. Sie balzte gelegentlich, wurde auch am nächsten Tag an der selben Stelle wieder registriert und flog dann weiter.

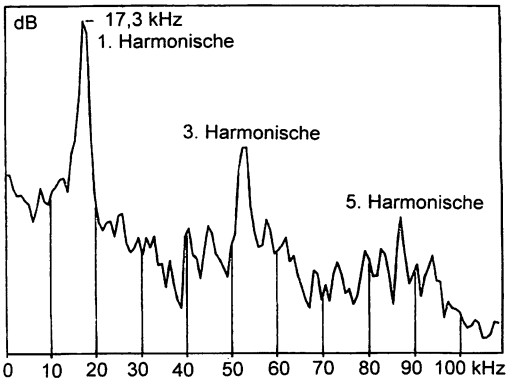


Abb. 4. Großer Abendsegler - *Nyctalus noctula*. Flug in großer Höhe. 17,2 kHz mit der typischen Harmonischen. 30.8.2005, Helgoland.

Tabelle 2. Fledermausbeobachtungen während der Nächte auf der ostfriesischen Nordseeinsel Borkum (Abenddämmerung bis 1 Uhr des kommenden Tages).

Datum	Fledermäuse in Borkum (Anzahl/Tag)	Windrichtung Windstärke	Temp. °C	Bewölkung, Regen
09.09.2006	9 Rauhaut., 1 Zwerg. (10)	O, 3	17	3, -
10.09.2006	3 Rauhaut. (3)	O, 2	17	0, -
11.09.2006	3 Rauhaut., 1 Breitflügel. (4)	O, 0-1	17	0, -
12.09.2006	4 Rauhaut., 2 Zwerg. (6)	SO, 0-1	18	0, -
13.09.2006	3 Rauhaut. (3)	SO, 2-3	18	0-1, -
14.09.2006	4 Rauhaut. (1 Balz), 2 Wasser., 1 Teich. (7)	SO, 3-4	18	0-1, -
15.09.2006	4 Rauhaut., 6 Zwerg., 1 Zweifarb. (11)	O, 5-6	16	0, -
16.09.2006	7 Rauhaut., 2 Teich. (teilweise Tiefrufe) (9)	O, 0-1	17	3-4, -

Angaben über Einzelheiten von Windrichtung, Windstärke, Bewölkung und Regen siehe in Tab. 1.

Zwergfledermaus: Die Zwergfledermäuse befanden sich einzeln in verschiedenen Gebieten. Sie flogen unmittelbar in westliche bis südliche Richtung fast geradlinig zum Meer.

Teich- und Wasserfledermaus: Beide Arten wurden vereinzelt am Hopp-Fischteich festgestellt. Von der Teichfledermaus konnten die eingestreuten, lauten und tieffrequenten Rufe, die als „Wachtelrufe" bezeichnet werden, mehrfach gehört werden.

Breitflügelfledermaus: Am 11.9.2006 flog eine Breitflügelfledermaus in der Nähe der WEA des Klärwerkes in gerader westlicher Richtung vorbei.

Zweifarbfledermaus: Am 15.9.2006 konnte ich mit dem Detektor feststellen, dass entlang der jungen Bäume am Rand des Hopp-Fischteiches eine Zweifarbfledermaus in westlicher Richtung vorbeiflog. Die aufgenommenen Daten wurden von mir später auf dem PC genau analysiert und die Art bestätigt.

5 Windenergieanlagen (WEA)

Die notwendige Verbesserung des Klimas durch Reduzierung des Kohlendioxids (CO_2), die Erkenntnis, dass zahlreiche Energieträger wie Erdöl, Erdgas, Braun- und Steinkohle nicht immer verfügbar sein werden, aber auch die vorgesehenen Verringerungen von Atomreaktoren, haben die Bundesregierung dazu gebracht, die Weiterentwicklung erneuerbarer Energien zu unterstützen und ihre Anwendung zu forcieren. Nach vorausgegangenen Änderungen trat das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) am 21.5.2004 für Deutschland in Kraft. In § 1 des Gesetzes heißt es:

(1) Zweck dieses Gesetzes ist es, insbesondere im Interesse des Klimas, Natur- und Umweltschutzes eine nachhaltige Entwicklung der Energieversorgung zu ermöglichen, die volkswirtschaftlichen Kosten der Energieversorgung auch durch die Einbeziehung langfristiger externer Effekte zu verringern, Natur und Umwelt zu schützen, einen Beitrag zur Vermeidung von Konflikten um fossile Energieressourcen zu leisten und die Weiterentwicklung von Technologien zur Erzeugung von Strom aus Erneuerbaren Energien zu fördern.
(2) Zweck dieses Gesetzes ist ferner, dazu beizutragen, den Anteil Erneuerbarer Energie an der Stromversorgung bis zum Jahr 2010 auf mindestens 12,5 Prozent und bis zum Jahr 2020 auf mindestens 20 Prozent zu erhöhen.

Inzwischen wurde vor allem die Zahl der WEA in Deutschland wesentlich vergrößert (1990: 417, 1995: 3525, 2000: 6110, 2005: 16500). Seit 2002 hat die Bundesregierung auch die Errichtung von WEA in der Nordsee gefördert. Solche Anlagen sind im Offshorebereich durch die Schifffahrt, Verankerung unter Wasser, längere Stromkabelanlagen, schwierige Notfälle usw. besonders kostspielig. Andererseits haben die WEA in der Nordsee stärkeren Wind und damit besonders gute Möglichkeiten zur Stromerzeugung. Nach langjährigen und schwierigen Untersuchungen wurden in den letzten Monaten in der Nordsee 14 Windparks genehmigt. Eine Offshore-WEA ist bei Emden bereits in Betrieb. Weitere Windparks befinden sich vom Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie

(BSH) im fortgeschrittenen Genehmigungsverfahren oder sind geplant, aber noch nicht im fortgeschrittenen Genehmigungsverfahren (Abb. 5). Weitaus die Mehrzahl der Windparks befindet sich in einer Entfernung von 30–130 km von der Küste in der ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) Deutschlands, also jenseits der 12 sm-Zone (1 Seemeile = 1,852 km). Von den bisher genehmigten Windparks werden in der ersten Baustufe 977 WEA, bis zum angestrebten Endausbau 4242 WEA errichtet. Im fortgeschrittenen Genehmigungsverfahren der weiteren 10 Windparks sind 688 WEA in der ersten Baustufe und 1418 WEA bis zum angestrebten Endausbau vorgesehen. Insgesamt sind in den folgenden Jahren demnach 24 Windparks mit 5660 WEA zu erwarten. Die meisten Projekte werden in 20–35 m Wassertiefe geplant. Die WEA haben jeweils Turbinenleistungen von 2,5–5 MW (1 MW = 1000 kW). Für Türme mit 5 MW Turbinenleistung beträgt die Höhe über NN bis zum Maschinenkopf mit Rotor, Nabengehäuse, Getriebe und Generator bis zu 120 m. Die drei Rotorblätter besitzen vom Rotor bis zu ihrer Spitze weitere 63 m, so dass die Gesamthöhe bis zu 183 m (in der Nordsee nur etwa 160 m) betragen kann. Die Geschwindigkeit der Spitze eines 63 m langen Blattes beträgt ca. 300 km/h. Die Hälfte eines Rotorblattes hat etwa 150 km/h. Rauhautfledermäuse fliegen nur 10–35 km/h. Mehr oder weniger starke Geräusche werden von der WEA ständig ausgesandt. Die Lebensdauer einer WEA wird derzeit auf etwa 25 Jahre geschätzt.

Für Windparks und WEA sind mit Rücksicht auf Seeschifffahrt und Flugzeuge besondere Befeuerungsanlagen zu verwenden. Da Helligkeit und Anstrahlen u.a. des Turms auch nachts für durchziehende Vögel und Fledermäuse erhebliche Bedeutung besitzen können,

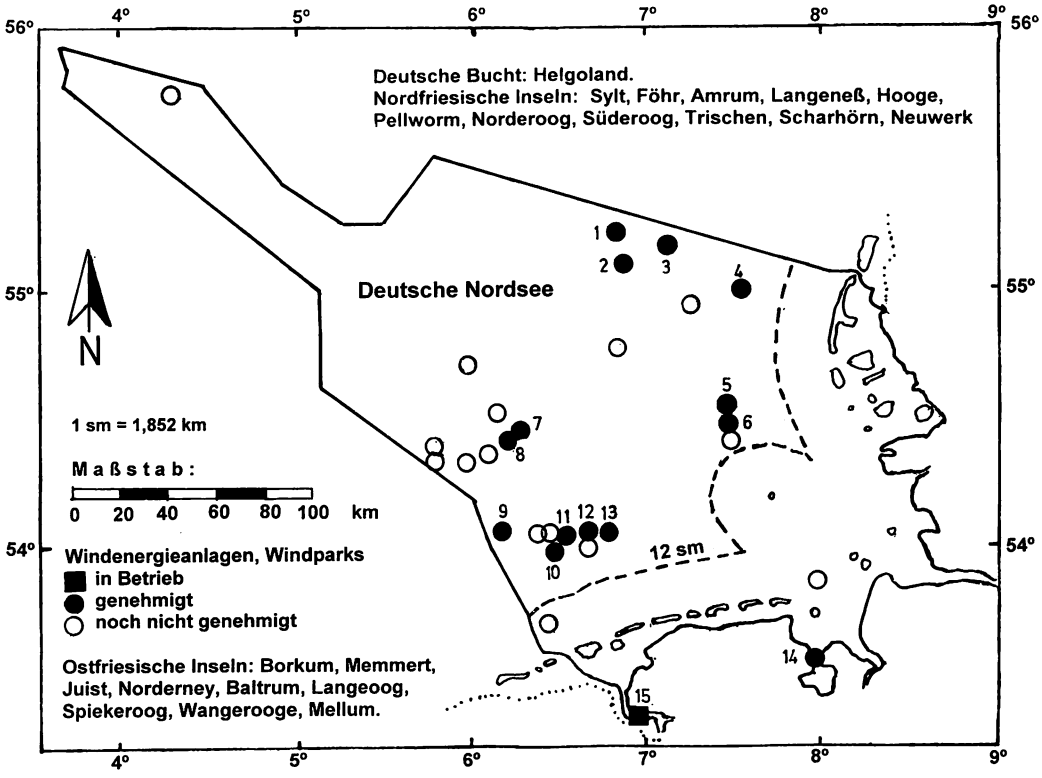


Abb. 5. Windenergieanlagen und Windparks in der Deutschen Nordsee: 1 Sandbank 24 – 2 Nördlicher Grund – 3 Dan Tysk – 4 Offshore-Bürger-Windpark Butendiek – 5 Amrumbank West – 6 Nordsee Ost – 7 Global Tech I – 8 Hochsee Windpark Nordsee – 9 Borkum Riffgrund West – 10 Borkum Riffgrund – 11 Borkum West – 12 Offshore North Sea Windpower – 13 Gode Wind – 14 Wilhelmshaven – 15 Dollart Emden.
Zeitpunkt: 1.1.2007

sei darauf verwiesen, dass hier die Unterlagen der International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (IALA) Empfehlungen entworfen haben und die Befeuerungen mit der Wasser- und Schifffahrtsdirektion Nord (WSD Nord) in Kiel abgestimmt werden müssen oder können.

Nur in FINO 1, ca. 45 km nördlich von Borkum (54° 01'N, 6° 35'E) wurde seit September 2003 eine Forschungsplattform mit 100 m Höhe über NN benutzt. Fledermäuse wurden dort bisher ungenügend untersucht. Die Plattform soll weiter in Betrieb bleiben. Außerdem soll FINO 3 in ähnlicher Form wie FINO 1 ca. 80 km westlich von Sylt errichtet werden.

6 Diskussion

1.1 Verhalten der Fledermäuse über der Nordsee

Rauhautfledermaus: Gewicht 5-14 g. Hauptfrequenz 35–43 kHz. Rufrate 6-9 Rufe/s. Die Rauhautfledermaus ist als „mobile Art" (Barre & Bach 2004) eine typische Wanderfledermaus (Migrant) und fliegt in der Deutschen Nordsee vom April–Mai vorwiegend nach NO oder ONO sowie von Mitte August–September bis Anfang Oktober vorwiegend nach SW oder WSW. Die Rauhautfledermaus befindet sich im Sommer mit Wochenstuben vor allem in Schweden – wahrscheinlich auch in Südnorwegen – Südfinnland, im Baltikum, Polen und Deutschland, Irland und selten in England. Im Winter tritt sie vor allem in England einschließlich Shetland und Kanalinseln, Deutschland, Holland, Belgien und Frankreich auf (Barre & Bach 2004, Limpens & Schulte 2000, Mitchell-Jones et al. 1999 und Ahlén 1997). Petersons (2004) berichtete von einem Wiederfund nach 1905 km.

Von den Rauhautfledermäusen ist bekannt, dass sie vorwiegend in Gebieten mit Wasser Insekten fangen. Sie werden häufig in und an den Grenzen von Teichen, Seen, Küsten und kleinen und großen Flüssen gesehen. Rauhautfledermäuse haben daher offensichtlich keine wesentlichen Schwierigkeiten mit der Nordsee. Erstaunlich ist, über welche Strecken die verhältnismäßig kleinen Tiere das Meer überfliegen. Die genaue Flugroute über Helgoland kennen wir bisher nur ungenau. In einem Fall flog während der Beobachtungen im Herbst eine Rauhautfledermaus um Mitternacht nach Helgoland aus ONO Richtung. In drei Fällen flogen Rauhautfledermäuse in Richtung WSW über das Meer fort, in einem Fall in WNW Richtung. Anzunehmen ist, dass die Fledermäuse von Schleswig-Holstein über Helgoland bis zu den friesischen Inseln etwa mindestens 140 km zurücklegen. Wahrscheinlich bewältigen einzelne Rauhautfledermäuse die Strecke von Helgoland auch über das Meer bis nach England mit Erfolg. Dann erreichen die Tiere eine Strecke von mindestens 450 km. Bei einer solchen Annahme müssten die Fledermäuse länger als eine Nacht fliegen und bei Helligkeit des Morgens Gefährdungen durch Möwen, Greife und andere Vögel überwinden. Von den Bohr- und Förderplattformen wissen wir jedoch, dass Fledermäuse solche Entfernungen bewältigen, wobei sie normalerweise wohl nicht im Wasser verenden. Dies zeigt sich aus den Erkenntnissen von Russ et al. (2001) über zahlreiche Fledermäuse, die in der Nordsee an Bohr- und Förderplattformen von Shetland bis Mittelengland während der Zugzeit festgestellt wurden. Guter Wind und Möglichkeiten zu den zahlreichen Schiffen und Plattformen zu gelangen, können den Tieren helfen, zumal dort gelegentlich auch Insekten zu erbeuten sind. Beringte Tiere konnten an der Nordsee bis nach England bisher nicht nachgewiesen werden, da Beringungen in Dänemark, Norwegen und Westschweden nicht vorgenommen werden. In diesen Ländern wären Beringungen dringend notwendig. Sie sind in Schweden bisher nur im äußersten Süden (in Lund) in geringer Zahl durchgeführt worden (Hutterer et al. 2005). Dass mehr als 300 km Entfernung über das Meer von Fledermäusen tatsächlich geschafft wurden, ist mehrfach von Schiffen bekannt. So landete die Yellow bat – *Dasypterus ega* an einem Schiff 320 km von der Küste Argentiniens entfernt (Hill & Smith 1988). Auch die kürzeste Entfernung zwischen Norwegen und den Shetland-Inseln beträgt 320 km, wo auf etwa halbem Weg da-

zwischen auf Plattformen wandernde Rauhautfledermäuse gefunden wurden (RUSS et al. 2001).

Zwergfledermaus: Gewicht 3–9 g. Hauptfrequenz 42–50 kHz. Rufrate 10–14 Rufe/s. Die Zwergfledermaus ist auf dem Festland in der Regel die häufigste Art. Sie lebt in Südskandinavien, im Baltikum, Polen, Deutschland, Holland, Frankreich und ganz England. Da sie keine ausgesprochene Migration zeigt, verändert sie ihren Lebensraum nur geringfügig im Herbst und kann dann in alle Richtungen ziehen. Dabei wandert sie über die Nordsee auch bis Helgoland, vor allem aber bis zu den ostfriesischen Inseln. Ein winterschlafendes Individuum, wie es VAUK & KLEMENS (1982) festgestellt hatten, wurde seitdem weder in Helgoland noch auf den friesischen Inseln entdeckt.

Großer Abendsegler: Gewicht 17–46 g. Hauptfrequenz (Plipp–Plopp Rufe) 17–26 kHz. Rufrate 2–7 Rufe/s. Der Große Abendsegler ist u.a. in Südskandinavien, im Baltikum, Dänemark, Deutschland, Holland, Frankreich und bis Mittelengland häufig und ein ausgesprochener Wanderer. Auf dem Festland konnten bisher hunderte vorbeiziehende Große Abendsegler mit Geschwindigkeiten von etwa 40–70 km/h in einer Höhe von ca. 40–150 m deutlich mit dem Ultraschall-Detektor registriert werden. Anzunehmen ist, dass nicht alle Großen Abendsegler wegen ihrer sehr hohen Flüge in Helgoland vom Ultraschall-Detektor erfasst werden konnten. Die Gründe für den hohen Flug des Großen Abendseglers über der Nordsee liegen im Insektenfang, ähnlich wie bei den Mauerseglern und Schwalben. Bei geeigneter Witterung fliegen zahlreiche Insektenschwärme in größerer Höhe (vielfach bis 600 m und höher) über dem Boden auch über das Meer, wie Schwärmer und Eulenfalter (Taubenschwanz, Gammaeule u.a. wurden von mir vielfach in Helgoland beobachtet), Distelfalter, Admiral, Blattläuse, Marienkäfer, Kohlschnaken, Fliegen u.a. Es müssen sogar Libellen über das Meer geflogen sein (DE SELYS-LONGCHAMPS, 1882, S. 258). BECKER (2002) spricht von teilweise vorhandenen Massierungen der Insekten im hohen Luftraum besonders im Sommer und Herbst. Dadurch hätten sich auch für Flugzeuge erhebliche Sicherheitsrisiken ergeben. Bei starkem Lampenlicht fliegt der Große Abendsegler auch in nur ca. 7–30 m Höhe, um dort Futter zu holen. In Helgoland scheint dies nur selten der Fall zu sein. Große Abendsegler versuchen ihren Tagesschlaf ab Mitternacht, oft aber auch im hellen Morgen zu beginnen, wie in Helgoland verschiedentlich festgestellt wurde (vgl. 2.1). Die Tatsache, dass Große Abendsegler in Helgoland an einem Strandkorb und am oberen Stockwerk des Leuchtturms übernachteten, deutet darauf hin, dass diese wie auch andere Fledermäuse im Offshorebereich versuchen werden, die Maschine der WEA als Übertagungsquartier zu nutzen.

Bisher ist unbekannt, wo die Großen Abendsegler den Sommer verbringen, die über die Nordsee im Spätsommer und Herbst zu ihrem Winterquartier fliegen, und wo sie verbleiben. Sicher ist lediglich, dass sie große Strecken zurücklegen können und dabei im Herbst von Helgoland über das Meer zur ost- und westfriesischen Küste sowie wahrscheinlich auch direkt bis England gelangen. Bei ihrer verhältnismäßig hohen Geschwindigkeit ist dies bis vor oder zum Morgengrauen möglich. Außerdem ist bekannt, dass Große Abendsegler bei Migrationen auch am Tage größere Strecken zum Teil mit hoher Geschwindigkeit fliegen (siehe auch 2.4 WALTER et al. 2005).

Kleiner Abendsegler: Gewicht 12–25 g. Hauptfrequenz 22–28 kHz. Rufrate 2,5–7 Rufe/s. Der Kleine Abendsegler tritt u.a. in Irland, England und Deutschland häufig auf. In der Deutschen Nordsee wurde er bisher nur 1961 in Memmert (vgl. 2.2), 10.4.1994 in Borkum (vgl. 2.2) und 25.4.2006 in Helgoland (vgl. 4.1) festgestellt. Da in Skandinavien und Dänemark bisher keine Wochenstuben vorhanden sind, dürfte er in der Deutschen Nordsee nur selten zu erwarten sein.

Breitflügelfledermaus: Gewicht 14–35 g. Hauptfrequenz 23–29 kHz. Rufrate 4–7,5 Rufe/s. Die Breitflügelfledermaus ist

u.a. in Dänemark, Deutschland, Holland, Frankreich und Südengland häufig. Sie fliegt weder so schnell noch so hoch wie der Große Abendsegler. Die Rufabstände sind oft typisch rhythmisch, wodurch die Fledermaus mit dem Ultraschall-Detektor meistens gut zu erkennen ist. Sie fliegt gelegentlich in verschiedene Richtungen, jedoch ohne beständige Migration. Es ist anzunehmen, dass sie auch zukünftig in Helgoland und auf den Inseln gelegentlich angetroffen wird.

Nordfledermaus: Gewicht 6–17 g. Hauptfrequenz 26–31 kHz. Rufrate 3–7 Rufe/s. Die etwa mittelgroße Nordfledermaus führt keine Migration durch, obwohl sie gelegentlich größere Strecken fliegt. In der Regel ist die Nordfledermaus ortstreu. Wanderungen erfolgen nur selten, vor allem an der nördlichen Arealgrenze.

Da nach den Feststellungen von GÄTKE und von v. DALLA TORRE (1889) in Helgoland niemand mehr Nordfledermäuse entdeckt hatte, ist anzunehmen, dass es sich richtig um die Rauhautfledermaus gehandelt hat. Entsprechend war die Angabe bei VAN DEN BRINK (1972) über die Nordfledermaus nicht zutreffend, worauf schon VAUK (1977) hinwies. Andererseits ist möglich (SKIBA 1989), dass die Nordfledermaus gelegentlich auch in Helgoland oder über der Deutschen Nordsee fliegen kann, weil die Art u.a. in Skandinavien, im Baltikum, Teilen von Polen, Deutschland und Ostfrankreich regelmäßig vorkommt.

Eine Nordfledermaus sollte inzwischen auch in Borkum am 10.4.1994 von HOFMANN (1996) festgestellt worden sein (vgl. 2.2). Von dem verstorbenen HOFMANN (1996) konnte ich über C. THORENMEIER vom Heimatverein Borkum Farbdiapositive dieser Fledermaus erhalten. Es handelte sich eindeutig um den Kleinen Abendsegler.

Zweifarbfledermaus: Gewicht 10–23 g. Hauptfrequenz 22–27 kHz. Rufreihe 2,5–6 Rufe/s. Die Zweifarbfledermaus ist größtenteils Wanderer u.a. in Südnorwegen, Südschweden, Ostdänemark, Deutschland sowie Holland. In England konnte sie bisher nicht festgestellt werden (vgl. u.a. MITCHELL-JONES et al. 1999), ebenso nicht in Helgoland. In Borkum wurde sie nach HOFMANN (1996) am 19.11.1976 gefangen (vgl. 2.2). Ich selbst beobachtete sie am 15.9.2006 ebenfalls in Borkum. Sie kann in der Deutschen Nordsee gelegentlich auftreten, zumal sie auf einer Ölplattform Englands nicht sehr weit von der Umgebung der Hoheitsgewässer Deutschlands auch vorgekommen ist (HILL & SMITH 1988, vgl. 2.4). Nach den bisherigen Ergebnissen ist anzunehmen, dass die Zweifarbfledermaus zwar in nur geringer Zahl, jedoch regelmäßig die Deutsche Nordsee überfliegt.

Mückenfledermaus: Gewicht 3–8 g. Hauptfrequenz 50–64 kHz. Rufrate 11–15 Rufe/s. Die Mückenfledermaus wurde in der Deutschen Nordsee nicht festgestellt, obwohl ich sie im Sommer wie auch zahlreich im Herbst während des Zuges an der Ostsee von Heiligenhafen beobachtete. Auch von v. HELVERSEN & HOLDERIED (2003) wird die Mückenfledermaus für das Festland in der Nähe der Nordsee angegeben.

Wasserfledermaus: Gewicht 5–17 g. Hauptfrequenz 39–51 kHz. Rufrate 10–15 Rufe/s. Die sonst überall häufige Wasserfledermaus wurde bisher in der Nordsee mit Ausnahme der Insel Borkum nicht beobachtet. Der Grund ist offensichtlich die Tatsache, dass an der Nordsee auch auf den Inseln, mit Ausnahme von Borkum, keine wesentlichen Süßwasserteiche oder -seen vorhanden sind. Wochenstuben konnten auf Borkum bisher nicht nachgewiesen werden.

Teichfledermaus: Gewicht 14–20 g. Hauptfrequenz 36–41 kHz, kurz eingestreute laute tieffrequente Rufe 32–37 kHz. Rufrate 6–11 Rufe/s. Die Teichfledermaus wurde im Bereich der Nordsee bisher nur in Borkum beobachtet, weil es dort größere Süßwassergebiete gibt. Sie kommt sonst keinesfalls selten u.a. in Südschweden und dem Baltikum bis nach NO Frankreich vor. Sie hält sich vorwiegend an größeren Gewässern, Kanälen, großen Flüssen und Teichen, in Deutschland auch an

der Ostsee, jedoch nicht am starken Salzwasser der Nordsee auf. Ob die Teichfledermaus auch im Sommer in Borkum verbleibt, ist bisher ungeklärt.

6.2 Anzahl der Fledermäuse über der Deutschen Nordsee

Die Zahl der Fledermäuse, die über die Deutsche Nordsee fliegen, besteht weit überwiegend aus wandernden Tieren im Herbst und im Frühjahr. Vollständig wandernd sind die Rauhautfledermaus, der Große Abendsegler, der Kleine Abendsegler und die Zweifarbfledermaus. Zwergfledermäuse, die im Herbst und Frühjahr entlang der Deutschen Nordsee ziehen, scheinen zumindest teilweise migrierende Fledermäuse zu sein. Verdriftete Tiere sind an der Deutschen Nordsee selten, z.B. die Breitflügelfledermaus. In Tab. 3 wurden die Herbstvorkommen der häufigen Rauhautfledermäuse und der Großen Abendsegler aus eigenen Ergebnissen von Helgoland, Borkum, aus der Literatur und von mündlichen Mitteilungen zusammengestellt. In der Tab. 3 unter 3)–5) wurden auf der Grundlage der realen Mindestdaten Schätzungen gemacht, um eine ungefähre Mindestzahl der im Herbst wandernden Fledermäuse über der gesamten Deutschen Nordsee zu erhalten. Auf diese Weise ist anzunehmen, dass die zusammengestellten Angaben von insgesamt 4903 Fledermäusen (nur Rauhautfledermäuse und Große Abendsegler) nicht zu gering sind, sondern dass die Anzahl der allein im Herbst wandernden Fledermäuse eher wesentlich größer ist. Berücksichtigt werden muss, dass außerdem ca. 300 Zwergfledermäuse, 50 Kleine Abendsegler und 50 Zweifarbfledermäuse das Meer überfliegen. Mit geringen Zahlen von Breitflügel-, Wasser- und Teichfledermaus muss ebenfalls gerechnet werden. Genauere Angaben hierzu ergeben sich erst nach zahlreichen weiteren Untersuchungen.

6.3 Bisherige Erkenntnisse über Kollisionen von Fledermäusen mit WEA

D e u t s c h l a n d : Da sich die WEA in der Deutschen Nordsee (außer in Emden) noch nicht in Betrieb befinden, sind noch keine Aus-

Tabelle 3. Schätzungen der Anzahl wandernder Fledermäuse über der Deutschen Nordsee im Herbst.

1) Zeiträume	2) Abend bis 1 Uhr		3) x 3 in der Nacht		4) 200 km		5) 150 km	
	Rauh.	Gr. Ab.	Rauh.	Gr. Ab.	Rauh.	Gr. Ab.	Rauh.	Gr. Ab.
8.8.–14.8.	-	5	-	15	-	150	-	56,3
15.8.–22.8.	5	6	15	18	150	180	56,3	67,5
23.8.–31.8.	10	6	30	18	300	180	112,5	67,5
1.9.–7.9.	40	4	120	12	1200	120	450,0	45,0
8.9.–14.9.	20	3	60	9	600	90	225,0	33,8
15.9.–22.9.	10	-	30	-	300	-	112,5	-
23.9.–30.9.	3	-	9	-	90	-	33,8	-
1.10.–7.10.	2	-	6	-	60	-	22,5	-
6) Σ	90	24	270	72	2700	720	1013,0	270,0

1) Untersuchung vorwiegend in Helgoland, Jahresdurchschnitt von 2000 bis 2006. Abenddämmerung bis 1 Uhr. 2) Rauh. = Rauhautfledermaus, Gr. Ab. = Großer Abendsegler. Ultraschall-Aufnahmen und ergänzende Angaben von Rauhautfledermaus und Großem Abendsegler während der Abenddämmerung bis 1 Uhr nachts. 3) Schätzungen dreifach: Zweifach für weitere Nachtstunden bis zum Morgen, einfach für nicht bemerkten Durchflug von Fledermäusen an anderen Stellen. 4) Auf der Durchzugsachse der Fledermäuse (ONO–WSW) wird eine senkrecht dazu stehende Achse angenommen. Diese Achse beträgt von der ostfriesischen Küste an 200 km. Teilt man sie in Abschnitte von 20 km (10x20 km = 200 km) und nimmt in jedem Abschnitt dieselbe Menge von Fledermäusen an wie in 3), so ergibt sich die 10fache Menge: 10 x Anzahl der Fledermäuse. 5) Verlängert man die Achse aus 4) um 150 km in Richtung „Entenschnabel" der AWZ, so ergibt sich bei Abschnitten von 20 km die 7,5fache Menge (20 km x 7,5 = 150 km) an Fledermäusen aus 3). Die geschätzte Anzahl aus diesem Bereich wurde vorsichtshalber nur halbiert: 7,5 x Anzahl der Fledermäuse/2. 6) Anzahl in der Deutschen Nordsee: **3713 Rauhautfledermäuse + 990 Große Abendsegler = 4903 Fledermäuse.**

sagen über eine Beeinträchtigung von Fledermäusen möglich. Ob und wie Verluste zukünftig zu erwarten sind, kann nur durch die Ergebnisse an bereits vorhandenen WEA im Land (Onshore) gemutmaßt werden.

Die von T. DÜRR (Landesumweltamt Brandenburg / Staatliche Vogelschutzwarte, briefl. am 9.1.2007) bisher zusammengestellten Daten über tödlich verunglückte Fledermäuse an WEA in Deutschland ergaben: Brandenburg 248, Sachsen-Anhalt 14, Sachsen 92, Thüringen 28, Mecklenburg-Vorpommern 9, Schleswig-Holstein 24, Niedersachsen 2, Hansestadt Bremen 2, Nordrhein-Westfalen 12, Rheinland-Pfalz 3, Hessen 2, Baden-Württemberg 125, Bayern 1, insgesamt also 562 Fledermäuse. Die Zahl der verunglückten Individuen der einzelnen Arten betrug in Deutschland bisher: Großer Abendsegler 169, Kleiner Abendsegler 34, Breitflügelfledermaus 13, Nordfledermaus 1, Zweifarbfledermaus 23, Teichfledermaus 1, Wasserfledermaus 3, Große Bartfledermaus 1, Alpenfledermaus 1, Zwergfledermaus 155, Rauhautfledermaus 128, Mückenfledermaus 7, *Pipistrellus* spec. 8, Graues Langohr 6, Braunes Langohr 2, Unbestimmte 10. Weitere zahlreiche verunglückte Fledermäuse sind gemeldet worden, die Daten konnten aber noch nicht von der Staatlichen Vogelschutzwarte in Brandenburg sicher geprüft werden.

Nur in Sachsen waren die Fledermausfunde nicht zufällig, sondern es wurde systematisch in einem Windpark mit 10 WEA (78 ha) in Puschwitz bei Bautzen gesucht. Die Untersuchung erfolgte täglich vom 18.8.–10.10.2002, wobei nur 40 % der Fläche, die vegetationslos oder -arm war, effektiv abgesucht werden konnte (TRAPP et al. 2002). Daher ist anzunehmen, dass die Zahl der getöteten Fledermäuse weitaus größer war. Die je Anlage durchschnittlich verunglückte Anzahl von 3,4 Fledermäusen dürfte damit auf 6–7 verunglückte Individuen je WEA geschätzt werden. Etwa die Hälfte der verunglückten Tiere hatte Flügelfrakturen. Diese Fledermäuse konnten wegen Verwirbelungen durch Rotorblätter nicht oder nur bedingt ausweichen. Die Mehrzahl dieser Fledermäuse waren *Migranten, die* verhältnismäßig hoch fliegen. Diese systematischen Untersuchungen von TRAPP et al. (2002) zeigen eindeutig, dass in Deutschland in den WEA die Fledermäuse besonders in Zugkorridoren in großer Zahl verunglücken.

S c h w e d e n : An der Westküste von Gotland wurden im Dezember 1999 mehrere Dutzend Fledermäuse am Fuß von WEA gefunden. Daraufhin führte AHLÉN (2003) im Herbst 2002 und 2003 eine Pilotstudie mit Ultraschall-Detektoren, starken Suchlampen und tragbaren Wärmebildkameras durch. In den Provinzen des Südens wurden seinerzeit an den WEA 17 getötete Fledermäuse von 6 Arten festgestellt. Die Flughöhe des Großen Abendseglers schätzte AHLÉN (2003) in Falsterbo regelmäßig bis auf 1200 m, weil dort Insekten flogen. In einigen Nächten konnte er eine deutliche Konzentration von Insekten am Turmkopf und an den Rotorblättern feststellen. Diese Insekten waren der Anziehungspunkt für die Fledermäuse, die mehrere Male zwischen den Rotorblättern entlang geflogen seien. Ein Grund dafür sei die Hitzeausstrahlung der WEA gewesen. Nach Wärmebildkameras war zu erkennen, dass die Spitze des Turmes, die Rotorblätter und der Generator am Abend und in der frühen Nacht wärmer waren als die Umgebung. Eindeutig weist AHLÉN (2003) darauf hin, dass WEA ein ernsthaftes Problem für Fledermauspopulationen in Schweden wie in anderen Ländern darstellen. Nachdrücklich zeigt er auf, dass es vor der Planung und Genehmigung neuer WEA immer notwendig ist, die möglichen Risiken für Fledermäuse zu bestimmen. Dies sei schon aus Gründen der Gesetzgebung nach der Bonner Konvention erforderlich. Wörtlich weist AHLÉN (2003) darauf hin, dass Offshore WEA nicht dort erlaubt werden dürften, wo Korridore von wandernden Fledermäusen bekannt seien. Er hält es auch für notwendig, WEA entlang der Küstenlinie und nahe von Seen zu vermeiden.

U S A : Außerhalb von Europa gibt es vor allem in den USA zahlreiche Windparks. JOHNSON (2004) hat Angaben über die dort verun-

glückten Fledermäuse zusammengestellt. Insgesamt ergaben sich jährlich 3620 Kollisionsopfer mit 3,4 (1,2-46,3) Todesfällen je WEA und Jahr, das entspricht 4,6 Todesfällen je MW und Jahr. Die Zusammenstöße erfolgten zu 90 % von Mitte Juli bis Ende September. Die Zahl der erwachsenen Unfallopfer betrug im Spätherbst etwa 66 %. Die hohe Todesrate im Herbst führt er auf wandernde Fledermäuse zurück. Johnson (2004) ist der Meinung, dass Fledermäuse während des Langstreckenfluges eher von dem Gesichtssinn als von der Ultraschallortung Gebrauch machen, was nachts auch Ursache der Sterblichkeit von Vögeln der Fall gewesen sei. Er weist überdies darauf hin, dass künstliches Lampenlicht Insekten an WEA anziehen kann, die von Fledermäusen gefangen werden, wodurch die Wahrscheinlichkeit von Fledermauskollisionen erhöht werden könnte. Andererseits wurde durch zahlreiche Daten festgestellt, dass Fledermäuse nicht speziell von beleuchteten WEA angezogen würden. Johnson (2004) hat außerdem zahlreiche bisher bekannte Studien in Erwägung gezogen, zum Beispiel über Lärmeffekte und Ultraschall von Turbinen, ferner die Bedeutung meteorologischer Türme mit Haltedrähten. Er kommt zu dem Schluss, dass letztere keine gefährdenden Einflüsse auf Fledermäuse erkennen lassen. Insgesamt hält er es nahezu für ein Mysterium, dass Fledermäuse mit ihren ausgezeichneten Ultraschallfähigkeiten die WEA nicht ausfindig machen.

Weitere zahlreiche systematische Untersuchungen über Kollisionen von Fledermäusen an WEA sind aus Europa, Nordamerika und Australien vorhanden (vgl. Hötker et al. 2004). Sie wurden jedoch hier nicht verwendet, da sie für Offshoreanlagen in der Deutschen Nordsee keine wesentliche Bedeutung besitzen.

6.4 Erkenntnisse über möglichen Fledermausschlag an WEA in der Deutschen Nordsee

Da die WEA (mit Ausnahme von Emden) zur Zeit noch nicht in der Deutschen Nordsee in Betrieb sind, muss auf Grund der bisherigen Erkenntnisse geprüft werden, welche Fledermäuse zu erwarten sind, wie sie sich an den WEA in der Nordsee verhalten, welche Risiken auftreten und welche Möglichkeiten bestehen, solche Gefährdungen zu verringern. Auf Grund der zahlreichen von mir bisher aufgeführten Ergebnisse ist eindeutig, dass mindestens 90 % der Fledermäuse im Frühjahr (April und Mai) und Herbst (August bis Mitte Oktober) über die Deutsche Nordsee wandert. Die geschätzte Anzahl der Fledermäuse beträgt im Herbst mindestens ca. 5500, davon sind ca. 70 % Rauhautfledermäuse und ca. 20 % Große Abendsegler sowie ca. 10 % übrige Arten. Diese Fledermäuse fliegen im Herbst von Skandinavien und anderen nordöstlichen Gegenden über Dänemark und Schleswig-Holstein zu den ost- und westfriesischen Inseln, aber auch direkt nach England. Dies belegen Funde von Plattformen und Schiffen, wo Fledermäuse für kurze Zeit fliegend und auch rastend gefunden wurden. Die Gründe dafür können Erschöpfung und Nahrungssuche sein. Große Abendsegler fliegen vorwiegend in Höhen über 180 m, oft sogar wesentlich höher, offensichtlich um dort Insekten zu fangen. Rauhautfledermäuse bevorzugen außerhalb der WEA nur eine Höhe von 3–8 m, doch bedarf dies weiterer Untersuchungen. An WEA fliegen sie wesentlich höher, wie die bisherigen Verunglückungen erkennen lassen. Bei der Verwendung von Ultraschall-Detektoren sind sie an WEA daher nicht immer zu hören. Korridore ziehender Fledermäuse konnten über der Nordsee nicht festgestellt werden. Lediglich in Helgoland waren Fledermäuse im windgeschützten Unterland häufiger. Im Frühjahr flogen dort alle Fledermäuse unmittelbar weiter, während ein Teil im Herbst kurze Zeit auf Insektenfang ging. Dabei bevorzugten sie Lampenlicht. Alle Fledermäuse benutzten immer typische Ultraschallrufe. Im Geradeausflug an Land und über dem Meer waren die Rufe der Fledermäuse lediglich etwas langsamer, meist gleichmäßig rhythmisch und im Ton etwas niedriger.

Erklärbar ist nicht, dass WEA in der Deutschen Nordsee genehmigt wurden und werden

sollen, ohne die zahlreichen Wanderungen der Fledermäuse in Betracht zu ziehen. Mit Sicherheit ist anzunehmen, dass diese wandernden Fledermäuse die WEA passieren werden. Ebenso ist sicher, dass die Fledermäuse durch Licht, Wärme und eventuell vorhandene Insekten angelockt werden, um wegen Erschöpfung zu rasten und eventuell Insekten zu fangen, wie dies auch bei anderen beleuchteten Objekten der Fall ist (Straßenlampen, Industrieanlagen, Reklameinstallationen usw.). Wie von Onshore-Anlagen bekannt ist, fliegen die Fledermäuse teilweise an den Rotorblättern entlang. Diese Blätter erzeugen erhebliche Turbulenzen, ähnlich solchen von schnell fahrenden Autos, Eisenbahnen und Flugzeugen. Die Fledermäuse versuchen den Rotorenblättern auszuweichen, werden aber durch die Turbulenzen gegen nachfolgende Blätter oder den Turm geschleudert und getötet. Ungeklärt ist, ob Fledermäuse allein durch den Winddruck der Turbulenzen auch ohne Kollisionen mit den Rotorblättern oder Türmen getötet werden können. Nach TRAPP et al. (2002) wurden einzelne getötete Tiere mit geplatzten subcutanen Fettzellen festgestellt. Sie wirkten wie in Öl. Ob sie direkt durch Kollisionen oder ob sie indirekt infolge von Sogwirkungen verunglückten, ist bisher nicht geklärt. Bei ständigem Wind und der erheblichen Größe der WEA in der Deutschen Nordsee verstärken sich die Risiken für wandernde Fledermäuse. Ein Nachweis verunglückter Tiere wird dabei kaum möglich sein, da die Opfer in der Regel ins Meer fallen. Ein Nichtauffinden der Opfer darf aber nicht dazu führen, ihr Vorhandensein zu ignorieren und zum Schutz der Fledermäuse keine Maßnahmen zu treffen.

6.5 Verringerung von Gefährdungen der Fledermäuse an WEA in der Deutschen Nordsee

- Zunächst muss die genauere Anzahl der wandernden Fledermäuse über der Deutschen Nordsee ermittelt werden. Das lässt sich am einfachsten durch die Überprüfung der Vorkommen auf den friesischen Inseln sowie an den Nordseeküsten des deutschen und dänischen Festlandes ermitteln. Solche Untersuchungen sind vor allem von April–Mai und August–Oktober mit geeigneten technischen Geräten durchzuführen, insbesondere mit guten, besonders geräuschempfindlichen Ultraschall-Detektoren. Die Ergebnisse müssen anschließend mittels PC nachprüfbar sein. Bei Ultraschallgeräten müssen möglichst auch Schalltrichter oder Parabolscheiben verwendet werden. Geeignet sind auch Nachtsichtgeräte und, wenn notwendig, Netze. Ob Wärmebildkameras zur Fledermauserfassung geeignet sind, wird bisher unterschiedlich beurteilt.
- An WEA verunglückte Fledermäuse auf den friesischen Inseln und an der Festlandküste müssen besonders im Herbst täglich abgesammelt werden. Da das Gelände z.B. wegen der Vegetation hierbei oft Probleme bereitet, sind dafür eventuell Spürhunde geeignet (KUNZE 2004), z.B. von Jägern.
- Zu untersuchen wäre auch, ob an den Plattformen FINO 1 und FINO 3 Fledermäuse festzustellen sind. Horchboxen sind hier wegen Störungen durch Wind und Wellen allerdings nur beschränkt verwendbar. Große Ergebnisse sind ohnehin nicht zu erwarten, da Fino 1 und 3 keine Rotorblätter haben, wie sie an WEA vorhanden sind. Sinnvoll wären Pilotprojekte in der Nähe von Fino 1 und 3 (vgl. HÜPPOP et al. 2006).
- Zu veranlassen ist, dass Fledermäuse auf Bohr-, Öl- und Gasplattformen, auf Schiffen und an WEA in der Nordsee festgestellt und gemeldet werden. Als Meldestelle hielte ich zum Beispiel die Vogelwarte Helgoland in Wilhelmshaven für kompetent. Dazu wäre es meines Erachtens sinnvoll, hier den Vogelschutzauftrag auch auf Fledermäuse auszudehnen.
- Vor Genehmigung jeder einzelnen WEA bzw. jedes einzelnen Windparks ist zu prüfen, ob und wie häufig Gefährdungen durch Fledermäuse an den Anlagen zu erwarten sind. Diese Prüfungen sind sorgfältig von dafür geeigneten Experten durchzuführen.
- Zur Verringerung von Fledermausopfern ist darauf zu achten, dass die Turmköpfe (Rotor und Maschinenraum einschließlich des Wärmeabscheiders) an den WEA so kon-

struiert werden, dass sie den Fledermäusen keine Unterschlupfmöglichkeit bieten.

- Weiße Lampen, besonders Quecksilber-Dampflampen oder andere Lampen mit zusätzlicher ultravioletter Strahlung eignen sich nicht zur Beleuchtung der WEA, weil hierdurch Insekten angezogen werden. Statt dessen ist gelbes Licht, vor allem von Natrium-Dampflampen, geeigneter, ebenso rotes Licht, da dadurch die Zahl der Insekten und damit der Fledermäuse wesentlich verringert wird. Die Verwendung von rotem Licht bedarf allerdings noch einer Untersuchung. Dies gilt auch für grünes und blaues Licht. Zu prüfen ist auch, ob und in welcher Form Intervallbeleuchtungen bei den Befeuerungen geeignet sind.
- Aus dem selben Grund sollten weiße Anstriche an WEA nicht benutzt werden. Um geeignete Farben zu finden sind Versuchsreihen durchzuführen. Es wäre zu untersuchen, ob zum Beispiel jeder gelbe Farbton Insekten und Fledermäuse genügend abhält, wie von AHLÉN (2003) vorgeschlagen.
- Da beim Überflug der Fledermäuse über die Nordsee mehrere Länder betroffen sind, werden stärker als bisher internationale Absprachen über Erkenntnisse bezüglich der Fledermäuse in Nord- und Ostsee erforderlich.

Insgesamt zeigt sich, dass für den Schutz von Fledermäusen an WEA in der Deutschen Nordsee noch zahlreiche Überlegungen und Forschungsarbeiten erforderlich sind.

6.6 Rechtliche Grundlagen für Genehmigungsverfahren von WEA

Die Fortpflanzungsrate der Fledermäuse ist gering, weil sie jährlich nur ein Junges, wenige Arten auch zwei gebären. Ihr Alter beträgt nur ca. 20–30 Jahre. Zusätzlich sind Flugstrecken wandernder Fledermäuse im Frühjahr und Herbst, jeweils bis zu 2000 km, oft gefahrvoll. Gefährdungen durch die WEA stellen einen neuen Sterblichkeitsfaktor dar, der nicht so leicht kompensiert werden kann, worauf AHLÉN (2003) zu Recht besonders hinweist. Aus diesen Gründen sind Fledermäuse in Europa streng geschützt. Entsprechend hat die Bonner Konvention 1979 (Inkrafttreten 1983) eine Übereinkunft zur Erhaltung von wandernden wildlebenden Tieren getroffen, u.a. zum Schutz aller in Deutschland vorkommenden Fledermausarten. Nach § 42 Abs. 1 Ziff.1 BNatSchG ist es verboten, u.a. Fledermäuse zu fangen, zu verletzen oder zu töten. Alle Fledermäuse sind nach Anhang IV der FFH (Flora-Fauna-Habitate)-Richtlinie streng geschützt. Für die Tierarten des Anhangs IV verbietet Artikel 12 der FFH-RL u.a. jede absichtliche Störung dieser Arten, insbesondere während der Überwinterungs- und Wanderungszeiten.

Von großer Bedeutung für die WEA ist die Tatsache, dass nach § 19 Abs. 3 BNatSchG ein Eingriff nicht zugelassen oder durchgeführt werden darf. Wenn als Folge des Eingriffs Biotope der streng geschützten Fledermäuse nicht ersetzt werden können, ist der Eingriff in Deutschland nur zulässig, wenn es aus zwingenden Gründen überwiegender öffentlicher Interessen gerechtfertigt ist. Die Schwierigkeit besteht darin, ob eine Genehmigung für die WEA wegen eines zwingenden Grundes des überwiegenden öffentlichen Interesses (z.B. durch das Deutsche Recht der EEG) erteilt werden kann, wenn dort andererseits wandernde Fledermäuse – darunter auch vom Aussterben bedrohte – gefährdet werden, die wegen ihres strengen Schutzes nach § 42 Abs. 1 Zif. 1 BNatSchG und der nach europäischem Recht geltenden Bonner Konvention ebenso im öffentlichen Interesse geschützt werden müssen.

Aus diesem Zusammenhang ist deutlich ersichtlich, dass vor dem Genehmigungsverfahren des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie eine Prüfung durchzuführen ist, ob und welche Fledermäuse durch die WEA gestört oder gefährdet werden. Obwohl schon seit über 100 Jahren der Durchzug von Fledermäusen über die Nordsee bekannt ist, wurden darüber keine notwendigen Angaben für ein Genehmigungsverfahren gemacht und entsprechend keine genauen Untersuchungen durchgeführt. Deshalb sind die bis jetzt erteil-

ten Genehmigungen für WEA in der Nordsee rechtlich bedenklich. Hinzu kommt, dass das Erneuerbare-Energien-Gesetz mit der Angabe „Natur und Umwelt zu schützen" hier nicht zutreffend ist, wenn Fledermäuse und ebenso die Vögel erheblich gefährdet werden.

Daraus ergibt sich auch die abgelehnte Genehmigung für 2 WEA in Puschwitz/Sachsen und die weitere Ablehnung der Klage durch das Verwaltungsgericht Dresden unter anderem wegen der nachgewiesenen und tatsächlichen Gefährdung streng geschützter Fledermäuse (BRINKMANN 2004). So sehr das Erneuerbare-Energien-Gesetz auch sinnvoll ist, so muss doch auf die warnenden Hinweise vieler Autoren geachtet werden, insbesondere auf die Angaben von AHLÉN (2003), dass Offshore WEA nicht erlaubt werden dürfen, wenn Korridore von wandernden Fledermäusen bekannt sind. Beim Flug über die Deutsche Nordsee scheint es sich zwar weniger um Korridore, sondern in erster Linie um häufig zahlreich in breiter Front vorbeiziehende Fledermäuse zu handeln, die besonders an einzelnen Tagen vor allem Ende August bis Ende September fliegen.

Insgesamt zeichnet sich nach bisherigen Ergebnissen ab, dass durch zukünftige WEA bzw. Windparks in der Deutschen Nordsee Gefährdungen für wandernde Fledermäuse zu erwarten sind. Um unerwünschte Auseinandersetzungen zu vermeiden, muss alsbald untersucht werden, ob und unter welchen Voraussetzungen in jedem einzelnen Fall ein überwiegendes europäisches Interesse an den streng geschützten wandernden Fledermäusen (einschließlich anderer wandernder Tiere, z.B. der Vögel) oder aus zwingenden Gründen ein überwiegendes deutsches Interesse an den beantragten Genehmigungen zur Errichtung einer WEA größer und statthaft ist. Entscheidend dazu sind zunächst weitere genaue wissenschaftliche Untersuchungen über Anzahl und Verhalten der Fledermäuse über der Deutschen Nordsee erforderlich.

Danksagung:

Dr. OMO HÜPPOP, Vogelwarte Helgoland, danke ich für zahlreiche Hilfe bei der Untersuchung der Fledermäuse in Helgoland. Dipl. Biol. CLAUDIA THORENMAIER danke ich für Ihre Hilfe bei der Fledermauserfassung auf der Insel Borkum. Dankbar bin ich dem seinerzeitigen Zivildienstleistenden TORBEN RUHWEDEL, der in Borkum mit dem Ultraschall-Detektor und bei der Untersuchung von alten Bunkern zahlreiche Fledermäuse entdeckte. TOBIAS DÜRR, Landesumweltamt Brandenburg / Staatliche Vogelschutzwarte Buckow übersandte mir dankenswerter Weise die Zusammenstellung aller verunglückten deutschen Fledermäuse an WEA. Besonders danke ich GUDRUN KOLBE, die für mich unermüdlich mit einem zweiten Ultraschall-Detektor arbeitete und mir dieses Manuskript durchgesehen hat.

Zusammenfassung

Aus Gründen der Verbesserung des Klimas hat die Bundesregierung in den letzten Jahren Windenergieanlagen (WEA) für die Stromgewinnung unterstützt. Bis 2006 wurden in Deutschland ca. 17700 WEA errichtet. Nachdem seit 2004 das Erneuerbare-Energien-Gesetz u.a. die Errichtung von WEA verstärkte, wurden in der Deutschen Nordsee von der ersten Baustufe bis zum angestrebten Endausbau 4242 WEA genehmigt, weitere sollen folgen. In Bezug auf Fledermäuse war durch H. GÄTKE und Prof. Dr. K.W. v. DALLA TORRE bereits 1889 bekannt, dass in Helgoland auf dem Herbstzug zahlreich wandernde Fledermäuse auftraten. Inzwischen sind nach der Bonner Konvention, dem Bundesnaturschutzgesetz und der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie wandernde Fledermäuse streng geschützt. An WEA in Deutschland und im Ausland verunglückten große Zahlen von Fledermäusen tödlich. Bisherige WEA-Kollisionen von Fledermäusen betrugen in Deutschland 562 Individuen (T. DÜRR mdl.). Dennoch haben die Behörden für die Genehmigungsverfahren der WEA in der Deutschen Nordsee das Vorhandensein wandernder Fledermäuse nicht oder mangelhaft geprüft. Daher wurde von mir das Vorkommen und die Gefährdung von wandernden Fledermäusen über der Deutschen Nordsee so gut wie derzeit möglich objektiv betrachtet. Zunächst wurden alle bisher vorausgegangenen Erkenntnisse über Fledermäuse in Helgoland, auf den ost- und nordfriesischen Inseln sowie aus der Nordsee an Bohr-, Gas- und Ölplattformen und Schiffen zusammengestellt. Sodann wurden mit Ultraschall-Detektoren in Helgoland und in Borkum in 44 Teilnächten 158 Fledermäuse festgestellt (121 Rauhaut-, 16 Zwergfledermäuse, 13 Große Abendsegler, 3 Teich-, 2 Wasser-, 1 Breitflügel-, 1 Zweifarbfledermaus und 1 Kleiner Abendsegler). Nach allen bisher bekannten Ergebnissen beträgt die geschätzte Zahl der im Herbst wandernden Fledermäuse über der Deutschen Nordsee mindestens 5300 Individuen, wahrscheinlich jedoch wesentlich mehr. Die Gefährdungen und die Möglichkeiten zu deren zukünftiger Vermeidung werden diskutiert. Wegen der rechtlichen Grundlagen zur Genehmigung von WEA in der Deutschen Nordsee wird dringend empfohlen, vor Beginn von behördlichen Genehmigungen notwendige Forschungsarbeiten durchzuführen, um genaue Kenntnisse über die jeweiligen Fledermauswanderungen zu erhalten.

Summary

Bats in the area of the German North Sea with regards to endangering by wind turbines

In order to sustain the improvement of climate, the federal government of Germany has advanced the development of wind farms for power generation. About 17.700 inland wind turbines have been established in Germany until 2006. Since the "Renewable Energy law" (EEG) increased construction of wind farms in the German North See since 2004, 4.242 wind turbines were approved, more will follow. With regard to bats it become well known by H. Gätke and Prof. Dr. K. W. v. Dalla Torre, that a lot of migrating bats pass Helgoland in autumn. Meanwhile migrating bats are protected hy the Bonn Convention, by the German Federal Law for nature protection (Bundesnaturschutzgesetz) and the Fauna-Flora-Habitat Directive (Fauna-Flora-Habitat Richtlinie). In Germany and other countries a great number of bat collisions with wind turbines were noted. Bat collision mortality at wind farms in Germany amount to 562 individuals until now (T. Dürr). Nevertheless the licensing authorities for wind turbines in the North Sea of Germany didn't control the existence of migrating bats or did it inadequately. Therefore I looked at the occurrence and threat of migrating bats over the German North Sea with the best available methods and in an objective manner. First, the former knowledge about bats in Helgoland; in the east- and North-Frisian islands as well as on bore-, gas- and oil-platforms and on ships were gathered. 158 bats in Helgoland and in Borkum were recorded during 44 nights (121 *Pipistrellus nathusii*, 16 *P. pipistrellus*, 13 *Nyctalus noctula*, 3 *Myotis dasycneme*, 2 *M. daubentonii*, 1 *Eptesicus serotinus*, 1 *Vespertilio murinus*, 1 *Nyctalus leisleri*). According to all results the estimated number of migrating bats in autumn over the German North Sea amounts at least to 5.300 individuals, probably much more. Endangering and the possibilities to reduce casualities are discussed. On account of the judicial foundations to approve wind turbines in the German North see it is urgently recommended to start the necessary investigations to obtain exact knowledge about bat migrations before authorities give permission.

Schrifttum

AHLÉN, I. (1981): Identification of Scandinavian bats by their sounds. Rapport **6**. The Swedish University of Agricultural Sciences, Department Wildlife Ecology. Uppsala (56 pp.).

- (1997): Migratory behaviour of bats at south Swedish coast. Z. Säugetierkd. **62**, 375-380.

- (2003): Wind turbines and bats – a pilot study. Final report to the Swedish National Energy Administration (5 pp.). Dnr 521DP-2003-00473, P-nr P20272-1.

BACH, L. (2001): Fledermäuse und Windenergienutzung – Reale Probleme oder Einbildung? Vogelkdl. Ber. Niedersachs. **33**, 119-124.

-, BRINKMANN, R., LIMPENS, H., RAHMEL, U., REICHENBERG, M., & ROSCHEN, A. (1999): Bewertung und planerische Umsetzung von Fledermausdaten im Rahmen der Windkraftplanung. Bremer Beitr. f. Naturkd. u. Natursch. **4**, 162-170.

BARRE, D., & BACH, L. (2004): Saisonale Wanderungen der Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) – eine europaweite Befragung zur Diskussion gestellt. Nyctalus (N.F.) **9**, 203-214.

BECKER, J. (2002): Fluginsekten als temporäres Flugsicherheitsrisiko. Vogel u. Luftverkehr **22**, 38-46.

BEILSTEIN, K. (1994): Linientransekt – Kartierung zum Vorkommen von Fledermäusen an der schleswig-holsteinischen Westküste. Nyctalus (N.F.) **5**, 227-233.

BORKENHAGEN, P. (1993): Atlas der Säugetiere Schleswig-Holsteins. Landesamt f. Natursch. u. Landschaftspfl. Schleswig-Holstein.

BOSHAMMER, J. P. C. (1993): Vondst van een Noordse vleermuis *Eptesicus nilssoni* op productieplatform K 12 Bravo, Noordzee. Lutra **36**, 86-88.

BRINK, F. H. VAN DEN (1972): Die Säugetiere Europas. 2. Aufl. Paul Parey Verlag. Hamburg, Berlin (1-217).

BRINKMANN, R. (2004): Welchen Einfluss haben Windkraftanlagen auf jagende und wandernde Fledermäuse in Baden-Württemberg? Tagungsführer d. Akad. f. Natur- u. Umweltschutz Baden-Württemberg **15**.

BRÖRING, U., DAHMEN, R., HAESELER, V., LEMM, R. v., NIEDRINGHAUS, R., & SCHULTE, W. (1993): Dokumentation der Daten zur Flora und Fauna terrestrischer Systeme im Niedersächsischen Wattenmeer. Ber. Ökosystemforsch. Wattenmeer **2** (2), 148-149.

CASPERS, H. (1942): Die Landfauna der Insel Helgoland. Zoogeographica **4**, 127-183.

DALLA TORRE, K. W. v. (1889): Die Fauna von Helgoland. Zool. Jahrb., Suppl., **2**, 1-99. Jena.

DÜRR, T. (2002): Fledermäuse als Opfer von Windkraftanlagen in Deutschland. Nyctalus (N.F.) **6**, 115-118.

EXO, K. E., HÜPPOP, O., & GARTHE, S. (2002): Offshore Windenergieanlagen und Vogelschutz. Seevögel, Z. Ver. Jordsand, **23** (4), 83-95.

HELVERSEN, O. VON, & HOLDERIED, M. (2003): Zur Unterscheidung von Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) und Mückenfledermaus (*Pipistrellus mediterraneus/pygmaeus*) im Feld. Nyctalus (N.F.) **8**, 420-426.

HILL, J. E., & SMITH, J. D. (1988): Bats, a Natural History. 3. Aufl. University of Texas Press. Austin/USA (1-43 pp.).

HOFMANN, B. (1996): Gefft up Börkum Fleddermusen? Nordseebad Borkum, „Ditjes un' Datjes". Kleine Borkumer Geschichten zum Zeitvertreib. Hrsg.: Insel-Werbung, 16-25.

HÖTKER, H., THOMSEN, K.-M., & KÖSTER, H. (2004): Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse. Bundesamt f. Naturschutz, Förd.-Nr. Z 1.3-684 11-5/03, 1-80.

HÜPPOP, O., DIERSCHKE, J., EXO, K.-M., FRIEDRICH, E., & HILL, R. (2006): Bird migration studies and potential collision risk with offshore wind turbines. Ibis **148**, 90-109.

HUTTERER, R., IVANOVA, T., MEYER-CORDS, C., & RODRIGUES, L. (2005): Bat Migrations in Europe: A Review of Banding Data and Literature. Hrsg.: Bundesamt f. Naturschutz. Naturschutz u. Biol. Vielfalt **28**, 1-162.

JOHNSON, G. (2004): A review of bat impacts at wind farms in the US. Proc. of the wind energy and birds / bats workshop: Understanding and resolving bird and bat impacts. Washington D.C., Sept., 46-50.

KUNZ, T. H. (2004): Wind Power: Bats and Wind Turbines. Center for Ecology and Conservation Biology Boston University. Wind energy & birds / bats workshop proceedings. Boston.

LIMPENS, H. J. G. A., & SCHULTE, R. (2000): Biologie und Schutz gefährdeter wandernder mitteleuropäischer Fledermäuse am Beispiel von Rauhhautfledermäusen (*Pipistrellus nathusii*) und Teichfledermäusen (*Myotis dasycneme*). Nyctalus (N.F.) **7**, 317-327.

MITCHELL-JONES, A. J., et al. (1999) : The atlas of Eropean mammals. T & AD Poyser. London.

MOHR, E. (1931a): Die Landsäugetiere der schleswig-holsteinischen Nordsee-Inseln. Schr. d. Naturwiss. Ver. f. Schlesw.-Holst. **19**, 59-72.

- (1931b): Die Säugetiere Schleswig-Holsteins. Hrsg.: Naturwiss. Ver. Altona/Elbe, 1-130.

MORRISON, M. L., & SINCLAIR, K. (2004): Wind energy technology, environmental impacts of, 435-448. In: Encyclopedia of Energy Vol. **6**. Elsevier, Oxford, UK.

PETERSONS, G. (2004): Seasonal migrations of north-eastern populations of Nathusius' bat *Pipistrellus nathusii* (Chiroptera). Myotis **41/42**, 29-56.

RAHMEL, U., BACH, L., BRINKMANN, R., DENSE, C., LIMPENS, H., MÄSCHER, G., REICHENBACH, M., & ROSCHEN, A. (1999): Windkraftplanung und Fledermäuse – Konfliktmelder und Hinweise zur Erfassungsmethodik. Bremer Beitr. Naturkd. u. Natursch. **4**, 155-161.

RIEMERS, H. (1999): Herbstaktivitäten von Fledermäusen an der Westküste Schleswig-Holsteins 1996: Stichprobenartige Erfassung unter besonderer Berücksichtigung der Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*). Seevögel, Z. Ver. Jordsand, **20** (1), 17-20.

RUSS, J. M., HUTSON, A. M., MONTGOMERY, W. I., RACEY, P. A., & SPEAKMAN, J. R. (2001): The status of Nathusius' pipistrelle (*Pipistrellus nathusii* Keyserling & Blasius, 1839) in the British Isles. J. Zool., Lond., **254**, 91-100.

SCHOBER, W., & GRIMMBERGER, E. (1998): Die Fledermäuse Europas – kennen – bestimmen – schützen. 2., akt. u. erw. Aufl., Kosmos, Stuttgart, 1-265.

SELYS-LONGCHAMPS, E. DE (1882): Excursion à l'île d'Helgoland en Septembre 1879. Bull. d. l. Soc. Zool. France Vol. **VII**, 250-279.

SKIBA, R. (1989): Die Verbreitung der Nordfledermaus, *Eptesicus nilssonii* (Keyserling & Blasius, 1839), in der Bundesrepublik Deutschland und der Deutschen Demokratischen Republik. Myotis **27**, 81-98.

- (2003): Europäische Fledermäuse. Neue Brehm-Büch., Bd. **648**. Westarp Wissenschaften. Hohenwarsleben, 1-212.

TRAPP, H., FABIAN, D., FORSTER, F., & ZINKE, O. (2002): Fledermausverluste in einem Windpark der Oberlausitz. Naturschutzarb. in Sachsen **44**, 53-56.

TRAXLER, A., WEGLEITNER, S., & JAKLITSCH, H. (2004): Vogelschlag, Meideverhalten & Habitatnutzung an bestehenden Windkraftanlagen. Amt d. NÖ Landesregierung St. Pölten.

VAUK, G. (1974): Fledermausbeobachtungen auf der Insel Helgoland. Z. Säugetierkd. **39**, 133-135.

-, & CLEMENS, T. (1982): Ein zweiter Nachweis der Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) auf Helgoland. Myotis **20**, 72-73.

VIERHAUS, H. (2000): Neues von unseren Fledermäusen. ABU info **24** (1), 58-60.

WALTER, G., MATTHES, H., & JOOST, M. (2005): Fledermausnachweise bei Offshore-Untersuchungen im Bereich von Nord- und Ostsee. Natur- u. Umweltschutz, Z. Mellumrat **4** (1), 8-12.

Prof. Dr. REINALD SKIBA, Eibenweg 44, D-42111 Wuppertal

Nyctalus (N.F.), Berlin **12** (2007), Heft 2-3, S. 221-233

Fledermauszug über Nord- und Ostsee - Ergebnisse aus Offshore-Untersuchungen und deren Einordnung in das bisher bekannte Bild zum Zuggeschehen

Von Gottfried Walter, Oldenburg, Hinrich Matthes, Rostock, und Michael Joost, Oldenburg

Mit 4 Abbildungen

1 Einleitung

Viele Fledermausarten führen im Laufe eines Jahres mehr oder weniger ausgedehnte Wanderungen zwischen ihren Winterquartieren und den Sommerlebensräumen durch. Direkte Nachweise für den Zug von Fledermäusen über das offene Meer sind bislang rar, obwohl einzelne Ringfunde regelmäßige Wanderbewegungen von Skandinavien nach Mitteleuropa für mindestens drei Arten nahe legen. Die Beobachtungen von Bach (2005) zur Querung der Ostsee zwischen Öland und dem schwedischen Festland und Nachweise verschiedener Arten auf Helgoland (Skiba 2001, Hüppop et al. 2004) zeigen deutlich, dass die offene See kein generelles Hindernis darstellt.

Bei der Bewertung von Einzelnachweisen ist es nicht immer leicht, zwischen Verdriftung, Zug und ungerichteten Wanderbewegungen zu unterscheiden. Der Verdacht auf Verdriftung liegt bei Beobachtungen auf See dann vor, wenn in der betreffenden Nacht bzw. kurz davor sehr starke Winde herrschten, die kurzfristig aufkamen. Dabei besteht die Gefahr, dass die Tiere, die sich auf dem Zug über dem Meer befinden, ihre Zugrichtung nicht mehr beibehalten können. Über Land ziehende Tiere haben dagegen beim Aufkommen von Starkwinden die Möglichkeit ihren Flug zu beenden und können damit der Gefahr einer Verdriftung entgehen. Eine Unterscheidung zwischen Zug, den wir als regelmäßige saisonale Pendelbewegungen definieren, und ungerichteten Wanderbewegungen, die z. B. der Exploration neuer Lebensräume dienen und häufig bei Jungtieren festzustellen sind (Steffens et al. 2005), lässt sich erst beim Vorliegen einer größeren Datenbasis treffen, die bislang aber noch fehlt. Als Beispiel für Irrgäste können sicherlich die meisten Nachweise von den Shetland-Inseln dienen (www.wildlife.co.uk/other/bats.html). Die Inseln liegen außerhalb der Verbreitungsareale der meisten europäischen Fledermausarten bzw. deren anzunehmenden Zugwegen.

Seit einigen Jahren werden bei Landwindparks Auswirkungen auf jagende und ziehende Fledermäuse beschrieben (Bach & Rahmel 2004, Dürr & Bach 2004). Im Offshore-Bereich fehlen bislang Überlegungen zu den potentiellen Auswirkungen der Windparks auf ziehende Fledermäuse fast völlig bzw. laufen erst an. Die Firma IBL-Umweltplanung wurde von den Windparkplanern EnergieKontor AG, Bremen, Winkra-Energie GmbH, Hannover, und Bard Engineering GmbH, Bremen, beauftragt, für Umweltverträglichkeitsstudien zu geplanten Windparks im Offshore-Bereich Daten zum Vorkommen von Rast- und Zugvögeln zu erheben. Vier der Gebiete liegen in der Nordsee und eins in der Ostsee. Um erste Grundlagen zur Beurteilung des Fledermauszuges über der offenen See zu erhalten, wurde zusätzlich auch auf Fledermäuse geachtet bzw. in einigen Nächten gezielt danach gesucht. Die Ergebnisse werden hier vorgestellt und zum Anlass genommen, die in der Literatur

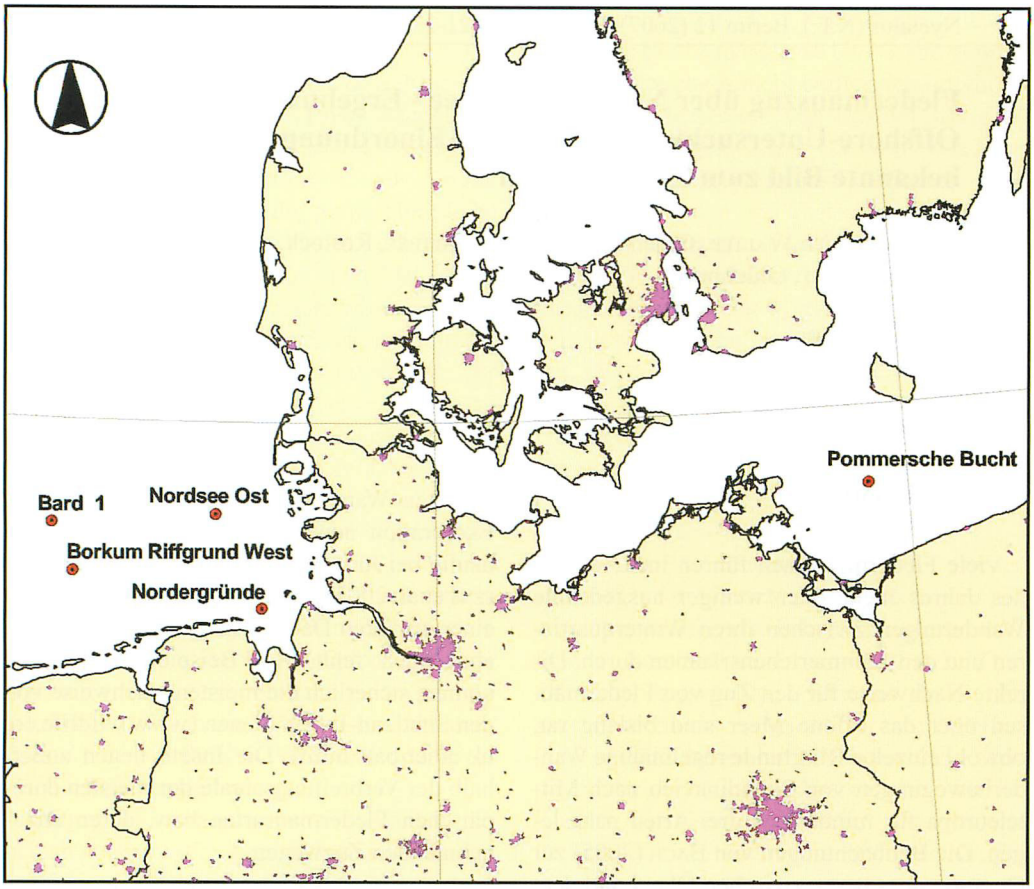


Abb. 1. Lage der untersuchten Windparks in der Nord- und Ostsee
Fig. 1. Location of the investigated windfarms within the North Sea and the Baltic Sea

weit verstreuten Daten zum Thema Fledermauszug über Nord- und Ostsee zusammenzustellen.

2 Methodik

In den Jahren 2001 bis 2005 wurden im Bereich von vier geplanten Windparks in der Nordsee und einem Windpark in der Ostsee jeweils zwei Jahre lang Untersuchungen zum Vogelzug durchgeführt (Abb. 1). Generell wurden die Untersuchungen von Schiffen aus durchgeführt, nur im UG Nordergründe diente der Leuchtturm „Alte Weser" während der Mehrzahl der Nächte als stationäre Plattform. Die Sichtbebachtungen wurden nachts für mindestens 15 min/h durchgeführt.

Nachts wurde auf Fledermäuse geachtet und versucht, anhand der Größe bzw. des Verhaltens Hinweise auf die Art zu bekommen. Ultraschalldetektoren gehörten zur Standardausrüstung, wurden aber nicht regelmäßig eingesetzt.

In Tab. 1 findet sich ein Überblick über die Anzahl der absolvierten Beobachtungsnächte.

Umfragen unter Kollegen, die ebenfalls auf Schiffen im Offshore-Bereich tätig sind, ergaben weitere Nachweise aus drei Untersuchungsgebieten zu geplanten Windparks in der Ostsee.

Alle Zeitangaben werden als UTC (Universal Time Coordinated) angegeben.

3 Ergebnisse

3.1 Eigene Ergebnisse und Angaben von Gewährsleuten

Insgesamt wurden in vier unserer fünf Untersuchungsgebiete Fledermäuse nachgewiesen. Nur aus dem Untersuchungsgebiet zum Windpark „Nordergründe" (53°52' N, 8°08' E) fehlen Nachweise. Angaben zu den Wetterbedingungen während der Beobachtungen finden sich in Tab. 2.

3.1.1 Nordsee

(a) UG „Borkum Riffgrund" (Koordinaten 54°03' N, 6°12' E):

- Eine „große", hell wirkende Fledermaus wurde am 16.06.2001 um 0.07 Uhr, niedrig um das Schiff kreisend, von M. HIELSCHER beobachtet.

- Am 25.08.2001 wurde um 7.45 Uhr von T. SCHRÖDER eine kleine Fledermaus um das Schiff kreisend festgestellt.

- In demselben Gebiet konnte einen Tag später (26.08.2001) um 3.28 Uhr eine um das Schiff kreisende Fledermaus von M. JOOST beobachtet werden.

- Am 14.05.2002 beobachtete M. JOOST eine kleine Fledermaus gegen 1.00 Uhr, wie sie in 5 m Höhe in Richtung Südost flog. In der Nacht herrschte Kleinvogelzug mittlerer Intensität.

- Am 20.04.2003 wurde eine Fledermaus um 15 Uhr an Bord des „MS Aurelia" entdeckt (beobachtet von A. FREUND). H. VIERHAUS, Bad Sassendorf-Lohne, bestimmte die Fledermaus nach Fotos als Abendsegler, *Nyctalus noctula* (Abb. 2). Das Schiff war am 19.04.2004 von Emden aus in See gestochen, so dass nicht völlig ausgeschlossen werden kann, dass die gefundene Fledermaus dort „an Bord gegangen ist".

(b) UG „Nordsee Ost" (Koordinaten 54°29' N, 7°45' E):

- Am 25.09.2001 beobachtete L. V. D. HEYDE nachts um 23.16 Uhr eine nah am Schiff fliegende, kleine und sehr dunkel wirkende Fledermaus.

- Am 29.09.2001 wurde eine Rauhhautfledermaus, *Pipistrellus nathusii* (Bestimmung nach Fotos durch H. VIERHAUS, Bad Sassendorf-Lohne), tagsüber um 13.46 Uhr in ca. 5 m Höhe Richtung Südost fliegend von M. JOOST beobachtet. Sie landete kurz an Deck.

- Am 26.05.2002 konnte in demselben Gebiet nachts um 22.30 Uhr eine um das Schiff in 5 m Höhe kreisende Fledermaus durch M. JOOST festgestellt werden.

Tabelle 1. Übersicht über die Anzahl der Untersuchungsnächte in den Untersuchungsgebieten.
Table 1. Survey of the number of night recordings within the investigated areas.

Monat	Summe der Erfassungsnächte	Nordergründe April 2001 bis April 2003	Nordsee Ost Sept. 2001 bis August 2003	Borkum Riffgrund West Juni 2001 bis April 2003	Bard Offshore April 2004 bis Oktober 2005	Pommersche Bucht April 2002 bis Oktober 2003
April	74	18	19	13	13	11
Mai	70	19	15	7	15	14
Juni	23	13	6	1	0	3
Juli	24	10	5	1	5	3
August	40	10	9	5	8	8
September	69	9	21	14	11	14
Oktober	79	14	19	9	14	13

Tabelle 2. Wetterbedingungen während der Nächte bzw. Tage mit Fledermausbeobachtungen
Table 2. Weather conditions of the days and nights in which bats sightings were made

Datum	Seegebiet	Uhrzeit (MESZ)	Anzahl	Art	Flug-richtung	Wind-stärke (Bft)	Wind-richtung	Bedeckung*
16.06.2001	Nordsee	0.07	1	unbestimmt (große Art)	k.A.	3	SE	7/8
25.08.2001	Nordsee	7.45	1	unbestimmt (kleine Art)	k.A	4	SE-S	0/8 (nachts)
26.08.2001	Nordsee	3.28	1	unbestimmt	k.A.	5	SE	4-6/8
25.09.2001	Nordsee	23.16	1	unbestimmt (kleine Art)	k.A.	2	SE	5/8
29.09.2001	Nordsee	13.46	1	Rauhhautfledermaus	SE	3	E	3/8
14.05.2002	Nordsee	1.00	1	unbestimmt (kleine Art)	SE	6	SE	8/8
13.05.2002	Ostsee	0.00-4.00	37	Rufe (unbestimmbar, um 38 kHz)	-	1-2	SW-NW	8/8
14.05.2002	Ostsee	0.00-4.00	2	Rauhhautfledermaus?	k.A.	2-3	SE	0/8
15.05.2002	Ostsee	0.00-4.00	6	Rauhhautfledermaus (Rufe)	-	3-4	SW	wechselnd
26.05.2002	Nordsee	22.30	1	unbestimmt	k.A.	4	SE	8/8
20.04.2003	Nordsee	15.00	1	(Großer) Abendsegler Fund an Bord	-	6	NE	8/8
13.05.2003	Ostsee	0.00	2	unbestimmt	E/N	2-3	SE-S	8/8
19.05.2003	Ostsee	5.00	1	unbestimmt; klein Fund an Bord	-	0	-	8/8, Nebel
29.07.2003	Ostsee	18.30	1	unbestimmt	k.A.	3	NW	-
07.09.2003	Ostsee	13.00	1	unbestimmt	k.A.	6	SE	-
10.09.2003	Ostsee	5.00	1	unbestimmt	SE	4	E	6/8
10.09.2003	Ostsee	9.00	1	unbestimmt	k.A.	3-4	W-NW	8/8
21.09.2003	Ostsee	5.15	1	unbestimmt	k.A.	4	S	-
30.09.2003	Nordsee	9.21	1	unbestimmt	S	2	N	2/8
06.10.2004	Ostsee	7.30	1	unbestimmt	W	4	SW	8/8

k.A. – keine Angaben * 0/8 = keine Wolken, 8/8 = geschlossene Wolkendecke * 0/8 = clear sky, 8/8 = overcast

(c) UG „Bard Offshore 1"

- Der einzige Nachweis einer Fledermaus im UG "Bard" stammt von M. SCHILZ aus den Morgenstunden (9.21 Uhr) des 30.09.2004. Sie flog in Richtung Süden.

3.1.2 Ostsee

(d) UG "Pommersche Bucht" (54°31' N, 14°22' E):

- Während einer Fahrt auf der Ostsee wurde durch H. MATTHES mit Hilfe eines Batdetektors intensiver nach Fledermäusen gesucht. In drei Nächten wurden damit Fledermäuse festgestellt. Am 13.05.2002 wurden zwischen 2 und 3 Uhr insgesamt 22mal Fledermäuse und zwischen 3 und 4 Uhr 15mal Fledermäuse (bei 38 kHz rufend) nachgewiesen. In der darauffolgenden Nacht wurden zweimal kleinere Fledermäuse gesehen und am 15.05.2002 zwischen 0 und 4 Uhr sechsmal Rauhhautfledermäuse, zweimal Abendsegler und fünfmal nicht näher bestimmbare Tiere verhört. Doppelzählungen können nicht völlig ausge-



Abb. 2. Abendsegler (*Nyctalus noctula*) an Bord der „MS Aurelia", 20.04.2003. Aufn.: N. Habben / C. Schütte
Fig. 2. Noctule (*Nyctalus noctula*) finding on board of the „MS Aurelia", 20.04.2003

schlossen werden. Trotzdem muss in diesen Nächten intensiver Zug geherrscht haben.

- B. Hielen beobachtete zwei „mittelgroße" Fledermäuse am 13.05.2003 gegen 0 Uhr. Sie flogen in ca. 5 m Höhe in Richtung Ost bzw. Nord.

- Am 19.05.2003 wurde eine relativ kleine Fledermaus um 5 Uhr von M. Schilz an Bord gefunden.

- Am 10.09.2003 beobachtete N. Stöber eine Fledermaus, die um 9 Uhr kurz an Bord landete. Weitere Beobachtungen erfolgten gegen 10 und 20 Uhr. Bei der Beobachtung um 10 Uhr machten Silbermöwen Jagd auf die Fledermaus. Wahrscheinlich handelte es sich aber bei den drei Feststellungen um dieselbe Fledermaus, die zwischenzeitlich unbemerkt auf dem Schiff rastete.

3.1.3 Weitere Nachweise Ostsee

(e) Folgende Nachweise wurden uns freundlicherweise von Kollegen überlassen, die ebenfalls Erfassungen zu geplanten Windparks auf See durchführen:

Prof. Dr. K. Runge (OECOS GmbH, Hamburg): Es wurden zwei Fledermausbeobachtungen bei den StUK-gemäßen Vogelzuguntersuchungen (zwei Jahresgänge, BSH 2003) im Planungsgebiet des in der Ostsee gelegenen, geplanten Offshore-Windparks Arkonabecken Südost (ca. 33 km nordöstlich von Rügen) gemacht:

- eine unbestimmte Fledermaus am 10.09.2003 um 5.00 Uhr nach Südost fliegend.

- eine weitere Fledermaus am 06.10.2004 um 7.30 Uhr nach West fliegend.

Dr. J. KUBE, Dr. J. BELLEBAUM (Institut für Angewandte Ökologie GmbH, Neu Broderstorf):

- eine unbestimmte Fledermaus am 21.09. 2003 um 5.15 Uhr im Gebiet Arcona See westlich Adlergrund (54°43' N, 14°03' E).

- eine unbestimmte Fledermaus am 29.07. 2003 um 18.30 Uhr im Gebiet Kriegers Flak (54°58' N, 13°08' E).

- eine unbestimmte Fledermaus am 07.09. 2003 um 13.00 Uhr im Gebiet Kriegers Flak.

Ein weiterer Frühjahrsnachweis (1976 oder 1977) stammt von J. TIMM, Saßnitz, der eine erschöpfte Fledermaus (nach Fotos als Rauhhautfledermaus identifiziert) beim Fischen auf offener See an Bord fand. Eine genaue Ortsangabe ist nicht mehr möglich.

3.2 Funde auf Öl- und Gasplattformen in der Nordsee

Bei RUSS et al. (2001) finden sich Funde von Öl- und Gasbohr- bzw. Förderplattformen im Bereich der Nordsee. Tab. 3 enthält zusätzlich Funde des NORTH SEA BIRD CLUB (2004, 2005a, b) sowie einen Fund von einer Bohrplattform vor der niederländischen Küste (BOSHAMMER 1993).

4 Diskussion

4.1 Wanderung allgemein und Artenspektrum

Die Verbreitung der Fledermäuse beschränkt sich in Skandinavien aufgrund klimatischer Faktoren auf Dänemark, Südschweden, die Südspitze von Norwegen und Südfinnland. Nur die Nordfledermaus (*Eptesicus nilssonii*) stößt bis zum Polarkreis vor (MITCHELL-JONES et al. 1999). Die Arten Rauhhautfledermaus, Abendsegler und Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*) führen regelmäßig Fernwanderungen zwischen Sommerlebensraum und Winterquartier durch. Nach BARRE & BACH (2004) finden Wanderungen der Rauhhautfledermaus von Skandinavien aus nach Westen in Richtung Großbritannien und in SW-Richtung nach Mitteleuropa bzw. über die Ostsee in Richtung S bis SW nach Dänemark und Norddeutschland statt. STEFFENS et al. (2005) bezeichnen aufgrund von Beringungsdaten in Ostdeutschland Kleinabendsegler (*Nyc-*

Tabelle 3. Daten zu Fledermausbeobachtungen durch RUSS et al. (2001), NORTH SEA BIRD CLUB (2004, 2005a, b) und BOSHAMMER (1993)
Table 3. Data from bat recordings by Russ et al. (2001), NORTH SEA BIRD CLUB (2004, 2005a, b) and BOSHAMMER (1993)

Termin	Ort	Art	Quelle
04.10.1991	Oil Platform ‚Esmond' off Redcar	Rauhhautfledermaus	RUSS et al. 2001
13.09.1992	North Allwyn Rig	Rauhhautfledermaus	RUSS et al. 2001
19.09.1992	Santa Fe 135 Rig, Nelson Field	Rauhhautfledermaus	RUSS et al. 2001
25.09.1992	Hutton TLP Conoco Rig	Rauhhautfledermaus	RUSS et al. 2001
07.10.1992	Amaradaa Hess Rig, Rob Roy Field	Rauhhautfledermaus	RUSS et al. 2001
22.09.1993	Bruce installation	Rauhhautfledermaus	RUSS et al. 2001
25.09.1993	Förderplattform K 12 Bravo	Nordfledermaus	BOSHAMMER 1993
03.07.1997	Viking B platform	Rauhhautfledermaus	RUSS et al. 2001
07.09.1998	Texaco's CAPTAIN Wipp platform	Rauhhautfledermaus	RUSS et al. 2001
01.06.1999	BP Forties Echo platform	Rauhhautfledermaus	RUSS et al. 2001
23.-25.05.2002	Plattform FPSO Uisge Gorm	Kleinabendsegler	NORTH SEA BIRD CLUB 2004
10.-11.09.2004	FPSO Maersk curlew	„Pipistrelle bat"	NORTH SEA BIRD CLUB 2005a
13.09.2005	Buchanan A	*Pipistrellus* spec.	NORTH SEA BIRD CLUB 2005b

talus leisleri), Rauhhautfledermaus, Abendsegler (und vermutlich Teichfledermaus, *Myotis dasycneme*, und Zweifarbfledermaus) als Arten mit gerichteter Wanderung über längere Distanz. Daneben gruppieren sie die auch für Skandinavien bedeutsamen Arten Wasserfledermaus (*Myotis daubentonii*), Große Bartfledermaus (*Myotis brandtii*), Nordfledermaus, Fransenfledermaus (*Myotis nattereri*), Breitflügelfledermaus (*Eptesicus serotinus*), Kleine Bartfledermaus (*Myotis mystacinus*), Zwergfledermaus i. w. S. (*Pipistrellus pipistrellus* u. a.), Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*) und Braunes Langohr (*Plecotus auritus*) als Arten ein, bei denen Wanderungen über längere Distanz ohne Vorzugsrichtung auftreten.

4.2 Zug über die Ostsee

Der Zug im Bereich der Ostsee ist durch Untersuchungen von AHLÉN (1997) und AHLÉN et al. (2002) wenigstens in Ansätzen bekannt. Wandernde Rauhhautfledermäuse erscheinen regelmäßig an der Südküste Schwedens, wobei die Herkunft der Tiere unklar ist (BARRE & BACH 2004). Der Bestand der Rauhhautfledermaus in Schweden wird auf nur ca. 500 bis 1.000 Tiere geschätzt. Ein in Südschweden beringtes junges ♀ der Rauhhautfledermaus wurde in Hessen und ein adultes ♂ dieser Art, ebenfalls beringt in Südschweden, in Belgien wiedergefunden (PETERSONS 2003/2004). AHLÉN (1997) und AHLÉN et al. (2002) stellten an der schwedischen Südküste (Ottenby, Falsterbo) auf das Meer hinausfliegende Mückenfledermäuse (*Pipistrellus pygmaeus*), Rauhhautfledermäuse, Abendsegler und Zweifarbfledermäuse fest. Für die Arten Kleinabendsegler, Breitflügelfledermaus, Zwergfledermaus, Mopsfledermaus, Fransenfledermaus, die Bartfledermäuse und die Wasserfledermaus fanden sie Konzentrationen an der schwedischen Südküste bzw. auf den vorgelagerten Inseln Öland und Gotland, die vermuten lassen, dass diese Arten die Ostsee auf dem Zug überqueren. BACH (2005) konnte über der Ostsee zwischen Öland und dem schwedischen Festland jagende und querende Fledermäuse beobachten. Unsere Funde stellen den direkten Nachweis dar, dass Fledermäuse die Ostsee auch im Bereich zwischen Südschweden und Rügen queren. Die Tatsache, dass bei allen drei Untersuchungsteams Nachweise erbracht wurden, zeigt, dass Fledermauszug dort regelmäßig auftritt. Die speziell auf Fledermauserfassungen ausgerichteten Untersuchungen während einiger Nächte durch H. MATTHES wiesen sogar eine erstaunlich hohe Aktivität nach. Bei WILHELM (1989) findet sich der Fund eines in Schweden beringten Abendseglers im Elbsandsteingebirge, der bei direkter Flugstrecke die Ostsee auf der Höhe der Greifswalder Oie überquert hätte. HEDDERGOTT & VON RÖNN (2002) führen für die Greifswalder Oie drei Nachweise von Individuen dieser Art in den Monaten April bzw. September auf, die eventuell über die Ostsee dorthin gelangt sind.

4.3 Zug über die Nordsee

Einige Funde, die während der Untersuchungen in geplanten Offshore-Windparkgebieten gemacht wurden, werden bei WALTER et al. (2005) angeführt. Sie sind oben in die Ergebnisse integriert. Die Fundorte der in Tab. 3 aufgeführten Nachweise sind in Abb. 3 zusammen mit den Fundorten der eigenen Nachweise dargestellt. Diese Abbildung zeigt deutlich, dass im gesamten Nordseebereich wenigstens gelegentlich Fledermäuse (vor allem Rauhhautfledermäuse) angetroffen werden können.

Nicht nur das Auftreten auf Förderplattformen, sondern auch das Erscheinen auf Inseln, die keine indigenen Fledermausbestände aufweisen, läßt sich zum Nachweis von Zugbewegungen nutzen. Von der zwischen dem Festland und Großbritannien gelegenen Kanalinsel Jersey ist der Fund einer bei Plön beringten Rauhhautfledermaus bekannt geworden (DIETERICH 1988). Weitere dreizehn Funde führen RUSS et al. (2001) für diese Insel auf.

In den im Vergleich zu Deutschland sehr gut untersuchten Niederlanden tritt die Rauhhautfledermaus während der Zugzeiten (Juli/September und März/April) auf den friesischen

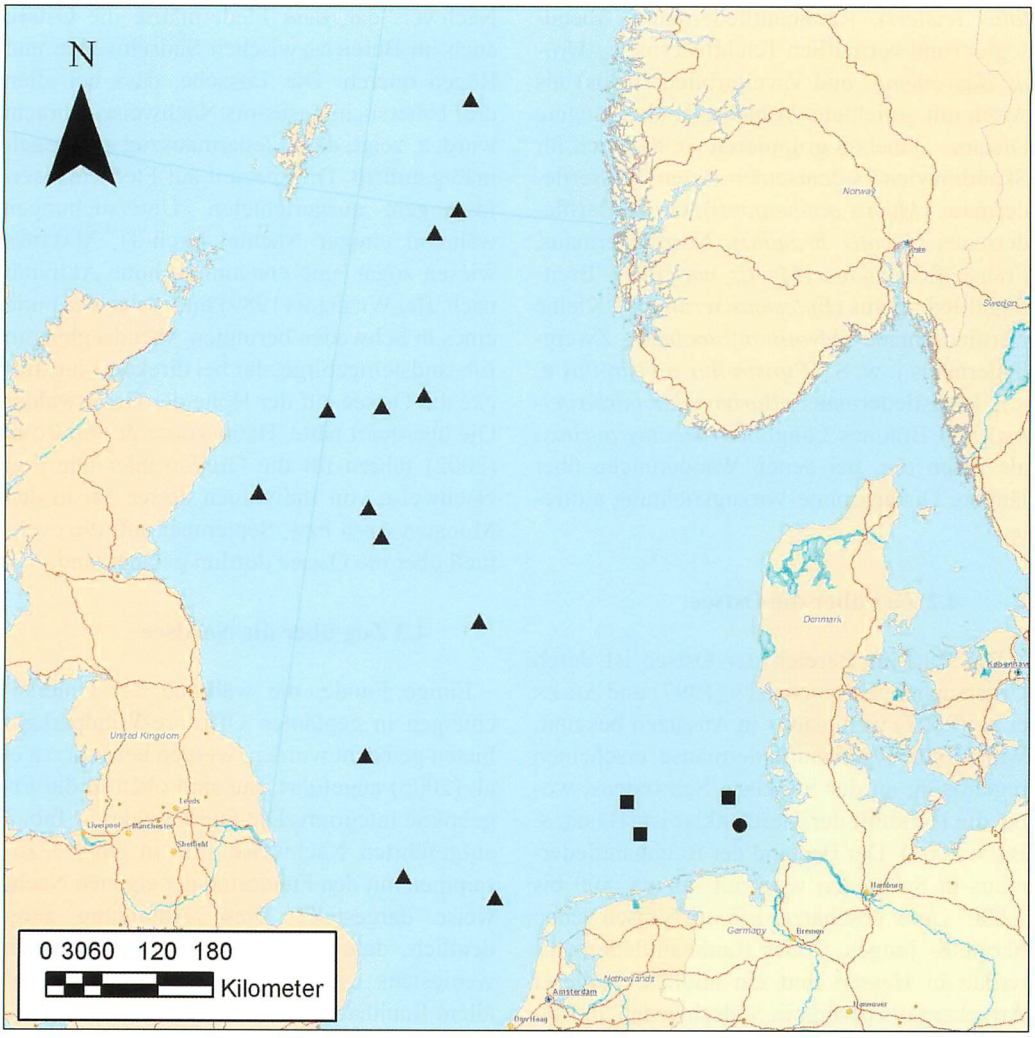


Abb. 3. Räumliche Verteilung der Fledermausfunde im Bereich der Nordsee. Dreiecke: Funde auf Förderplattformen; Quadrate: Funde in geplanten Offshore-Windparkgebieten; ausgefüllter Kreis: Helgoland.
Fig. 3. Spatial distribution of bat recordings in the area of the North Sea. Triangles: findings on oilrigs; Squares: findings in possible future offshore windfarm areas. Circle: Heligoland.

Inseln auf (LIMPENS et al. 1997). BOSHAMMER (1993) führt den Fund einer Nordfledermaus am 25.09.2003 auf einer Förderplattform 80 km nordwestlich von Den Helder an.

In der Arbeit von BARRE & BACH (2004) findet sich eine Mitteilung von SKIBA über das Auftreten der Rauhhautfledermaus in größerer Anzahl auf Helgoland. Für diese Insel existieren weiterhin Zufallsnachweise des Abendseglers und der Zwergfledermaus durch VAUK (1974) und VAUK & CLEMENS (1982). Systematische Untersuchungen mit automatischen Registrierungseinrichtungen für Fledermausrufe seit dem Herbst 2001 haben den Nachweis des Durchzugs von Rauhhaut- und Zwergfledermaus sowie vereinzelt auch des Abendseglers, der Breitflügel- und der Zweifarbfledermaus ergeben (HÜPPOP et al. 2004). Weiterhin wurden von der Insel Helgoland aus zweimal 1 bis 1,5 km nördlich je eine über See fliegende Fledermaus beobachtet. Bei REIMERS (1999) finden sich Hinweise zum Auftreten von Rauhhautfledermäusen auf den Halligen vor der schleswig-holsteinischen Westküste. Im Atlas der Säugetiere Schleswig-Holsteins

(BORKENHAGEN 1992) sind einzelne Fledermausnachweise nur für die Breitflügel- (Föhr) und die Zwergfledermaus (Sylt) aufgeführt. Vor Sylt beobachtete I. WEISS in den Morgenstunden eine Fledermaus 1 km entfernt in geringer Höhe über dem Meer (HÜPPOP et al. 2004, OREJAS et al. 2005).

HAESELER (1993) verweist in seiner Zusammenstellung von Nachweisen terrestrischer Säuger im niedersächsischen Wattenmeer ebenfalls auf den Fund des (Großen) Abendseglers auf Helgoland hin; daneben werden Nachweise des Kleinabendseglers auf Memmert und der Zwergfledermaus auf Borkum und Norderney genannt. Soweit bekannt, ist zur Zeit keine Fledermausart auf den Ostfriesischen Inseln heimisch. HOFMANN (1996) stellt seine Fledermausfunde für die Nordseeinsel Borkum zusammen. Nachgewiesen wurden (Großer) Abendsegler, Nord-, Zwerg- und Zweifarbfledermaus. Bei einer kritischen Hinterfragung des Nordfledermausfundes durch W. RACKOW, Osterode am Harz, verdichtete sich aber der Verdacht, dass es sich bei der erwähnten Nordfledermaus um einen Kleinabendsegler gehandelt hat (W. RACKOW pers. Mitt.). Mitte April 2007 wurde eine jagende Breitflügelfledermaus auf Borkum nachgewiesen (WALTER unveröff.). Für Neuwerk findet sich bei GILLANDT et al. (1984) der Nachweis einer Breitflügelfledermaus. Vereinzelte Sichtbeobachtungen von Fledermäusen ohne Artbestimmung führen KRUMBIEGEL (1955) und VON LAAR (1974) für Baltrum, Borkum, Juist und Wangerooge an.

4.4 Zug über Nord- und Ostsee nach eigenen Daten

Der Beschreibung nach waren viele der von uns „offshore" festgestellten Fledermäuse, abgesehen von den Feststellungen am 16.06.2001, 15.05.2002 und 20.04.2003, vermutlich Rauhhautfledermäuse. Die vergleichsweise geringe Anzahl festgestellter Fledermäuse trotz eines sehr hohen Beobachtungsaufwandes von ca. 380 Tagen und Nächten ist neben der Tatsache, dass nicht konsequent mit dem Batdetektor gearbeitet wurde, in der geringen Populationsgröße der betreffenden Arten in Skandinavien begründet. In zwei der Nächte mit Fledermausnachweisen herrschte auch Vogelzug. Eine Fledermaus wurde bei Helligkeit ziehend beobachtet, als auch überdurchschnittlicher Tagzug von Singvögeln festgestellt wurde. Das Verbleiben von Fledermäusen in Schiffsnähe bei einigen der Sichtungen und die zwei Funde an Bord erinnern an das Verhalten von nächtlich ziehenden Vögeln. Auch diese versuchen in der Morgendämmerung ihren Zug zu beenden und treten dann verstärkt beim und auf dem Schiff auf. Generell versuchen Fledermäuse als nachtaktive Tiere spätestens bei Einbruch der Morgendämmerung ein Versteck zu finden. Nur beim Abendsegler wird aufgrund einiger Beobachtungen vermutet, dass er gelegentlich auch tagsüber zieht (RANDLER 2001). Beim Zug tagsüber sind Fledermäuse aber der Prädation durch Möwen und Greifvögel (z. B. von Merlin und Sperber) ausgesetzt (SÖMMER & HAENSEL 2003). Von uns konnten Angriffe durch Silbermöwen beobachtet werden (s. o.).

4.5 Zugzeiten

Der Frühjahrszug findet im Nord- und Ostseebereich vor allem im Mai und der Wegzug in der zweiten Augusthälfte und im September statt (Abb. 4). Dies deckt sich mit den bekannten Durchzugszeiten der Rauhhautfledermaus und des Abendseglers. Da es sich bei den Nachweisen in Abb. 4 nicht um standardisierte Beobachtungen handelt, blieb die unterschiedliche Anzahl der Beobachtungsnächte (s. Tab. 1) bei der Darstellung unberücksichtigt. Der hohe Wert im Mai (n = 57 Kontakte) ist auf gezielte Erfassungen mit einem Batdetektor zurückzuführen.

4.6 Flugstrecke

Die Wanderstrecken (Abstand zwischen Sommer- und Winterquartier) der Weitzieher unter den Fledermäusen können je nach Herkunft hohe Werte annehmen. PETERSONS (2003/2004) gibt nach eigenen Untersuchungen und Literaturauswertungen als weiteste Entfernung für die Rauhhautfledermaus 1905

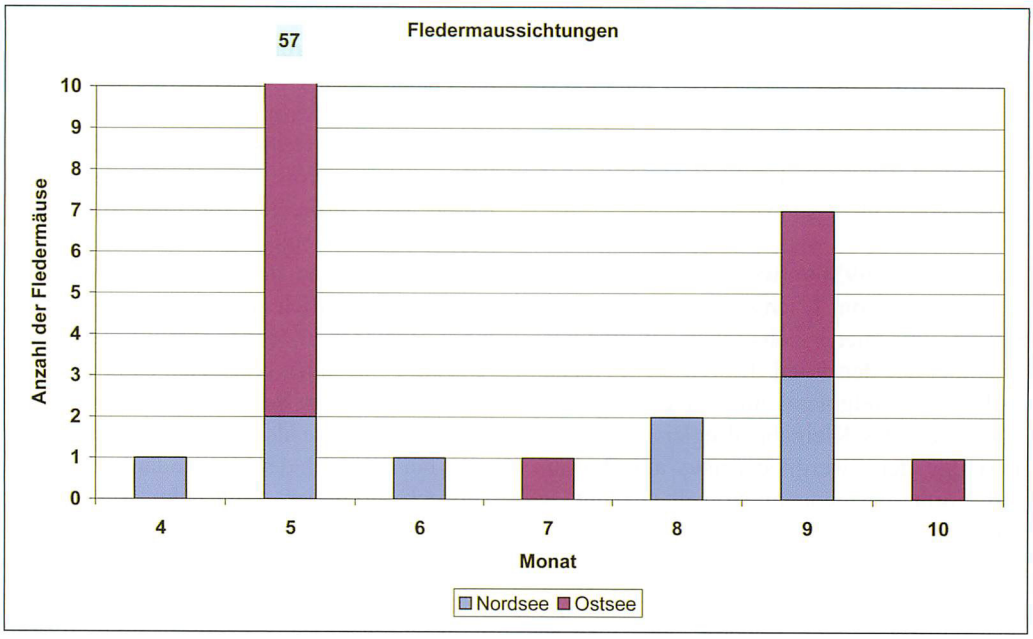


Abb. 4. Anzahl der Fledermausnachweise in den jeweiligen Monaten
Fig. 4. Seasonal distribution of bat findings

km, für den Kleinabendsegler 1568 km, für den Abendsegler 1600 km und für die Zweifarbfledermaus 1440 km an. Derselbe Autor teilt auch Maximal- und Durchschnittswerte für Flugweiten pro Zugnacht mit. Für die Rauhhautfledermaus ergaben sich bei PETERSONS (2003/2004) Maximalentfernungen von 76,9 km pro Nacht über einen Zeitraum von 14,5 Nächten. Diese Werte treffen natürlich nur für über Land wandernde Individuen zu, die jederzeit ihren Flug zur Rast und Nahrungsaufnahme unterbrechen können. Über dem offenen Meer müssen ganz andere Entfernungen in einer Nacht bewältigt werden. Bei Zug in Richtung SW bzw. NE über die Nordsee beträgt die zu bewältigende Strecke über das Meer bei Helgoland ca. 200 km und bei Borkum annähernd 300 km. Bei einer Querung im Bereich des untersuchten Windparks „Pommersche Bucht" muss von bis zu 200 km ausgegangen werden. Bei einer Dauerfluggeschwindigkeit von 4-6 m/sec (15-22 km/h; NEUWEILER 1993, AHLÉN 1997) ist diese Strecke im Bereich bei Helgoland und in der Ostsee noch in einer Nacht zu bewältigen. Im Bereich „Borkum Riffgrund" reichen dagegen die Nachtstunden nur bei höheren Fluggeschwindigkeiten (z. B. bei günstigen Rückenwinden) aus.

4.7 Flughöhe

Der bei Beobachtungen festgestellte niedrige Flug in ca. 5 m Höhe stimmt mit Beobachtungen von AHLÉN (1997) überein, der an der schwedischen Südküste (Ottenby, Falsterbo) Rauhhautfledermäuse in 2-3 m, Abendsegler und Zweifarbfledermäuse in ca. 10 m Höhe auf das Meer hinausfliegen sah. Bei OREJAS et al. (2005) werden ebenfalls Flughöhen über dem Meer mitgeteilt. Eine Fledermaus flog vor Westerland/Sylt in geringer Höhe (<5 m) über dem Meer, und 1 bis 1,5 km nördlich von Helgoland wurde je eine Fledermaus in Höhen unter 10 m bzw. in der Höhenstufe 10-50 m beobachtet. Über Zug in größeren Höhen kann aufgrund der eingeschränkten Erfassungsmöglichkeiten bislang nichts gesagt werden.

4.8 Wetterbedingungen

Beziehungen zwischen Windstärke, Windrichtung und Fledermauszug können auf der Grundlage der bisherigen Daten noch nicht

herausgearbeitet werden. Die Nachweise erfolgten in der Ostsee vorzugsweise bei niedrigeren Windstärken sowohl bei Rücken-, Seiten- als auch bei Gegenwind. Zum Einfluß der Windgeschwindigkeit auf den Flug der Fledermäuse existieren nur wenige Angaben. RANDLER (2001) schildert eine Beobachtung, bei der 10 Abendsegler bei Gegenwind von 4-5 Bft (6-11 m/sec) Mühe hatten, gegen den Wind anzukämpfen. Windstärken größer als Bft 4 traten bei Beobachtungen von Fledermäusen in der Ostsee nicht auf und waren in der Nordsee die Ausnahme.

5 Ausblick

Zur Untersuchung des Fledermauszuges über Nordsee und Ostsee sind verschiedene, sich ergänzende Methoden möglich. Dazu zählen z. B. die Beobachtung der in der Abenddämmerung auf das Meer hinausfliegenden Fledermäuse. Dies wurde mit großem Erfolg von AHLÉN (1997), AHLÉN et al. (2002) und BACH (2005) in den Jahren seit 1993 an der Südküste Schwedens während der Herbstzugphase von August bis September durchgeführt. Der Nachteil dieser Methode liegt aber im hohen Personalaufwand und ist nur an Stellen sinnvoll, an denen sich der Zug konzentriert. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Nutzung von Forschungs- und Arbeitsplattformen. Dort können lückenlose Untersuchungen mittels Wärmebildkamera und Ultraschalldetektor durchgeführt werden. Sobald Monitoringprogramme zum Vogelzug im Bereich der Windparks angelaufen sind, sollten bei einigen Standorten Zusatzeinrichtungen zur automatischen Aufzeichnung von Fledermausdurchflügen installiert werden. Ein Ansprechen der Fledermäuse aufgrund der Bilder einer Wärmebildkamera ist über die Körperform und das Flugverhalten eventuell ebenfalls möglich. Eine bisher ungelöste Frage ist noch die bevorzugte Flughöhe der Fledermäuse im Offshore-Bereich, auch wenn die meisten Beobachtungen für relativ geringe Flughöhen sprechen. In der Anfangsphase müßte man in möglichst verschiedenen Höhenstufen Detektoren anbringen, deren Reichweite aber relativ gering ist.

Weiterhin können Untersuchungen auf Inseln, auf denen keine indigenen Fledermauspopulationen bestehen, weiterhelfen. Schlüsselfunktion in der Nordsee nimmt dabei sicherlich Helgoland ein. Die Insel ist relativ leicht mit Hilfe fest installierter Ultraschalldetektoren auf Fledermäuse hin zu kontrollieren. Durch gezielten Fang sind darüber hinaus biologische Daten zu den durchziehenden Fledermäusen zu erhalten. Eine Markierung der Fledermäuse könnte Aussagen zu Verweildauer und Qualität des Zuges ermöglichen. Ergänzend sind aber auch Untersuchungen auf den Nord- und Ostfriesischen Inseln sinnvoll und möglich.

Danksagung

An den Erfassungen war eine so große Zahl von Biologen und Studenten beteiligt, daß sie hier nicht alle aufgeführt werden können. Die Daten stellten die Firmen Energie-Kontor AG, Bremen, Winkra-Energie GmbH, Hannover, Bard Engineering GmbH, Bremen, und IBL-Umweltplanung, Oldenburg, zur Verfügung. C. DENSE, Osnabrück, und Dr. H. VIERHAUS, Bad Sassendorf-Lohne, beteiligten sich an der Bestimmung von Fledermäusen nach Fotos. W. RACKOW, Osterode am Harz, und L. BACH, Bremen, unterstützten die Arbeit mit Hinweisen. Ihnen allen sei herzlich gedankt. Zu besonderem Dank verpflichtet sind wir Dr. K. RUNGE (OECOS GmbH), der AWE GmbH Stralsund, Dr. J. KUBE und Dr. J. BELLEBAUM (Institut für Angewandte Ökologie GmbH, Neu Broderstorf), die uns ergänzende Daten aus ihren Untersuchungen überließen. Dem Fischer J. TIMM ist für sein aufmerksames Verhalten und F. SCHRÖDER, beide Saßnitz, für die Übermittlung der Angaben und Dias zu ihrem Fund zu danken.

Zusammenfassung

Die Arbeit präsentiert Fledermausnachweise aus Untersuchungen zu acht geplanten Standorten von Offshore-Windparks in der Nord- und Ostsee. Insgesamt wurde in den Jahren 2001 bis 2005 in über 350 Nächten der Vogelzug untersucht und dabei auch auf Fledermäuse geachtet.

In der **Deutschen Bucht** traten ziehende Fledermäuse sowohl im Frühjahr als auch im Herbst bis zu 100 km nördlich von Borkum auf, wobei die Herbstnachweise überwogen. Sicher nachgewiesen wurden Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) und Abendsegler (*Nyctalus noctula*). Diese Fledermausbeobachtungen stellen für diesen Teil der Nordsee die ersten Nachweise dar.

Über der **Ostsee** wurden neben unbestimmten Fledermäusen ebenfalls Rauhhautfledermäuse und Abendsegler an verschiedenen Terminen festgestellt. Die Beobachtungen zeigen, dass Fledermäuse die Ostsee zwischen Südschweden und Norddeutschland nicht nur im Bereich

der Meerenge zwischen Falsterbo und Fehmarn queren. Sie legen nahe, dass, möglicherweise vergleichbar mit dem Vogelzug, die Ostsee auch auf breiter Front überflogen wird. Für zwei Nächte im Mai, in denen mit Batdetektoren gearbeitet wurde, konnte intensives Zuggeschehen nachgewiesen werden.

Die Nachweise erfolgten in der Ostsee sowohl bei Rücken- und Seitenwind als auch bei Gegenwind. Windstärken größer als Bft 4 traten bei Fledermausbeobachtungen in der Ostsee nicht auf und waren in der Nordsee die Ausnahme.

Summary

Bat migration across the North Sea and the Baltic Sea – Results from offshore investigations and their classification within our present knowledge of the migration routes of bats

This paper presents bat recordings from investigations in eight potential locations for offshore wind farms within the North Sea and the Baltic Sea. In more than 350 nights between 2001 and 2005 bat recordings were made while investigating bird migration.

German Bight: migrating bats were sighted up to 100 km north of the island of Borkum, as well in spring as in autumn, with more bat sightings in autumn. The bats were found in the months April, May, June, August and September. Evidence of Nathusius' pipistrelle (*Pipistrellus nathusii*) and Noctule (*Nyctalus noctula*) has been found. For this area of the North Sea these were the first recordings of these species

Baltic Sea: at various dates *Pipistrellus nathusii* and *Nyctalus noctula* have been sighted over the Baltic Sea, along with a number of unspecified bats. These bat findings show that bats do not only cross the Baltic Sea (between the South of Sweden and North Germany) in the area of the strait between Falsterbo and Fehmarn, but it is possible that the Baltic Sea is crossed by bats, similar to the bird migration, in full width. Bats appeared in the month of May, September and October. During two nights in May intensive bat migration was proved by using bat detectors.

In the Baltic Sea the bat recordings were taken during any wind direction. With wind forces exceeding Bft 4 there have not been any bat sightings over the Baltic Sea. Over the North Sea bat sightings with such strong winds have been the odd exception.

Schrifttum und andere Quellen

AHLÉN, I. (1997): Migratory behaviour of bats at south Swedish coast. Z. Säugetierkd. **62**, 375-380.

-, BACH, L., & BURKHARDT, P. (2002): Bat migration in southern Sweden. Poster, **XI**th European Bat Research Symposium, August 2002. Le Havre, Frankreich.

BACH, L. (2005): Aktuelle Informationen zum Fledermauszug an der Ostsee. Vortrag auf der **14.** Landesfachtagung und Workshop der Landesfachgruppe Fledermausschutz im NABU vom 17.09. bis 18.09.2005 auf NABU Gut Sunder.

-, & RAHMEL, U. (2004): Überblick zu Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse – eine Konfliktabschätzung. Bremer Beitr. Naturkd. Naturschutz **7**, 245-252.

BARRE, D., & BACH, L. (2004): Saisonale Wanderungen der Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) – eine europaweite Befragung zur Diskussion gestellt. Nyctalus (N.F.) **9**, 203-214.

BOSHAMMER, J. P. C. (1993): Vondst van een Noordse Vleermuis *Eptesicus nilssonii* op productieplatform K 12 Bravo, Noordzee. Lutra **36**, 86-88.

BSH (2003): Standarduntersuchungskonzept für die Untersuchung und Überwachung der Auswirkungen an Offshore-Windenergieanlagen (WEA) auf die Meeresumwelt. Bundesamt f. Seeschifffahrt u. Hydrographie. Hamburg u. Rostock.

DIETERICH, J. (1988): Weiterer Fernfund einer schleswigholsteinischen Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*). Myotis **26**, 165.

DÜRR, T., & BACH, L. (2004): Fledermäuse als Schlagopfer von Windenergieanlagen – Stand der Erfahrungen mit Einblick in die bundesweite Fundkartei. Bremer Beitr. Naturkd. Natursch. **7**, 253-263.

HAESELER, V. (1993): Dokumentation der Daten zur Flora und Fauna terrestrischer Systeme im Niedersächsischen Wattenmeer. Berichte aus der Ökosystemforschung Wattenmeer Nr. **2**/1993. Bd. **2**.

HEDDERGOTT, M., & VON RÖNN, J. (2002): Nachweise von Fledermäusen (*Mammalia, Chiroptera*) auf der Greifswalder Oie. Seevögel **23**, 9-13.

HOFMANN, B. (1996): Gefft up Börkum Fleddermusen? Nordseebad Borkum, „Ditjes un' Datjes". Kleine Borkumer Geschichten zum Zeitvertreib. Hrsg: Insel-Werbung.

HÜPPOP, O., DIERSCHKE, J., & WENDEL, H. (2004): Zugvögel und Offshore-Windkraftanlagen: Konflikte und Lösungen. Ber. Vogelschutz **41**, 127-218.

MITCHELL-JONES, A. J., AMORI, G., BOGDANOWICZ, W., KRYSTUFEK, B., REIJNDERS, P. J. H., SPITZENBERGER, F., STUBBE, M., THISSEN, J. B. M., VOHRALIK, V., & ZIMA, J. (1999): The atlas of European mammals. T & AD Poyser Ltd. London.

NEUWEILER, G. (1993): Biologie der Fledermäuse. Thieme Verlag. Stuttgart, New York.

NORTH SEA BIRD CLUB (2004): Twentieth annual report for the year **2002**, p. 70.

- (2005a): The fulmar **107**, p. 6.

- (2005b): The fulmar **110**, p. 4.

OREJAS, C., JOSCHKO, T., SCHRÖDER, A., DIERSCHKE, J., EXO, M., FREDERICH, E., HILL, R., HÜPPOP, O., POLLEHNE, F., ZETTLER, M. L., & BOCHERT, R. (2005): Ökologische Begleitforschung zur Windenergienutzung im Offshore-Bereich auf Forschungsplattformen in der Nord- und Ostsee (BeoFINO). Endbericht Juni 2005. Alfred-Wegner-Institut für Polar- und Meeresforschung. Bremerhaven.

PETERSONS, G. (2003/2004): Seasonal migrations of northeastern populations of Nathusius' bat *Pipistrellus nathusii* (*Chiroptera*). Myotis **41-42**, 29-56.

RANDLER, C. (2001): Ziehen Abendsegler (*Nyctalus noctula*) bei Tag? Nyctalus (N.F.) **6**, 643-645.

RUSS, J. M., HUTSON, A. M., MONTGOMERY, W. I., RACEY, P. A., & SPEAKMAN, J. R. (2001): The status of Nathusius' pipistrelle (*Pipistrellus nathusii* Keyserling & Blasius, 1839) in the British Isles. J. Zool., Lond., **254**, 91-100.

SKIBA, R. (2001): Fledermaus-Beobachtungen über Ost- und Nordsee bitte melden. Mitteilungsblatt BAG Fledermausschutz **1/2001**, 13.

SÖMMER, P., & HAENSEL, J. (2003): Fledermäuse als Beute von Taggreifvögeln – überraschende neue Befunde besonders für die beiden schnellsten deutschen Falkenarten. Nyctalus (N.F.) **9**, 61-78.

STEFFENS, R., ZÖPHEL, U., & BROCKMANN, D. (2005): 40 Jahre Fledermausmarkierungszentrale Dresden – methodische Hinweise und Ergebnisübersicht. Sächs. Landesamt f. Umwelt u. Geologie. Dresden (126 pp.).

VAUK, G. (1974): Fledermausbeobachtungen auf der Insel Helgoland. Z. Säugetierkd. **39**, 133-135.

-, & CLEMENS, T. (1982): Ein zweiter Nachweis der Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) auf Helgoland. Myotis **20**, 72-73.

WALTER, G., MATTHES, H., & JOOST, M. (2005): Fledermausnachweise bei Offshore-Untersuchungen im Bereich von Nord- und Ostsee. Natur u. Umweltschutz (Zeitschrift Mellumrat) **4**, 8-12.

WILHELM, M. (1989): Zwei interessante Ringfunde vom Abendsegler, *Nyctalus noctula*, im sächsischen Elbsandsteingebirge. Nyctalus (N.F.) **2**, 530-540.

Dr. GOTTFRIED WALTER, IBL-Umweltplanung, Unterm Berg 39, D-26123 Oldenburg; walter@ibl-umweltplanung.de

Dipl.-Ing. HINRICH MATTHES, Vorweden 1, D-18069 Rostock; hdmatthes@t-online.de

Dipl.-Biol. MICHAEL JOOST, IBL-Umweltplanung, Unterm Berg 39, D-26123 Oldenburg; joost@ibl-umweltplanung.de

Nyctalus (N.F.), Berlin **12** (2007), Heft 2-3, S. 234-237

First records of dead bats (*Chiroptera*) from wind farms in Croatia

By MAJA ZAGMAJSTER, TOMAZ JANCAR and JANA MLAKAR, Ljubljana

With 1 Figure

Introduction

Many studies have shown that wind farms can have negative impact on bats. Records of dead bats under wind turbines were discovered in different countries, in some cases reaching very high numbers (ex. AHLÉN 2003, JOHNSON et al. 2003, KERNS & KERLINGER 2004, ARNETT 2005), however, it is not well understood, why bats collide with wind turbines (AHLÉN 2003).

In Croatia, two wind farms were built near the Adriatic coast, one in 2004 and the other in 2006. Recently, few sporadic checks of areas under the wind turbines revealed bat casualities at both locations. Record of one finding was reported in Slovenian bat magazine (JAŇCAR 2006). Here we summarize all records of dead bats, found under wind turbines in Croatia.

Description of the sites and methods

In the second half of 2004, the wind farm in the area of Ravne on the Pag Island (Southern Kvarner) started operating. It is situated at approximately 200 m a.s.l., in the middle part of the island, near the town Pag. There are seven wind turbines, with pillars of 49 m height and the rotor's diameter of 52 m (www.adriawindpower.net). Area under wind turbines 2-6 was checked in April and May 2007, while the area under wind turbines 1-6 was checked in July 2007, in the morning hours. In all cases bat carcasses were found and collected for later identification. Carcasses have already been or will be handed to the Croatian Natural History Museum in Zagreb.

The second wind farm in the country, Trtar Krtolin near the town Šibenik (Northern Dalmatia), started working in the second part of the year 2006. It is situated at the plateau at about 400 m a.s.l. There are 14 wind turbines, with pillars of about 50 m height an the rotor's diameter of 48 m (www.enersyst.info). On the visit in November 2006, bat carcass was photographed, which enabled later identification (JAŇCAR 2006).

Results

On four surveys carcasses of two bat species, Kuhl's pipistrelle, *Pipistrellus kuhlii* (Kuhl, 1817), and Savi's pipistrelle, *Hypsugo savii* (Bonaparte, 1837), were discovered. Details of records are given in Tab. 1, with additional descriptions of locations and bats.

In the case of the lactating Savi's pipistrelle female in Ravne wind farm (Fig. 1), open wounds were visible at the back side of the head and neck. The other carcass of Savi's pipistrelle from this location had visible injuries on the mouth, which could appear after the fall. Some bats had holes on wind membranes.



Figure 1. Savi's pipistrelle (*Hypsugo savii*) female, as found under the wind turbine 1 at Ravne wind farm on the Pag Island (Croatia) in July 2007. Stones on the ground under the wind turbines make the search for small bat carcasses very difficult. Photo: Ana Jančar

Table 1. Findings of dead bats under wind farms Ravne (Pag) and Trtar Krtolin (Šibenik) near Adriatic coast in Croatia*

Wind farm	Location	Date	Species	Details
Trtar Krtolin Šibenik	15 m from VT-10	1.11.2006	*Hypsugo savii*	fresh carcass
Ravne, Pag Island	20 m from VT-6	28.4.2007	*Pipistrellus kuhlii*	♀, ad, FA = 34,4 mm lactated; fresh carcass
	5 m from VT-5	28.4.2007	*Pipistrellus kuhlii*	♀, ad, FA = 34,7 mm; lactated
	VT-2	1.5.2007	*Pipistrellus kuhlii*	FA = 33,6 mm; partly mummified
	VT-3	1.5.2007	*Pipistrellus kuhlii*	♂, ad, FA = 33,5 mm; fresh carcass
	32 m from VT-1	29.7.2007	*Hypsugo savii*	♀, ad, FA = 34,9 mm; lactating; fresh carcass, injury visible
	25 m from VT-5	29.7.2007	*Hypsugo savii*	♂, juv, FA = 31,8 mm; fresh carcass

* Abbreviations: VT – wind turbine, ♀ - female, ♂ - male, ad – adult, juv – juvenile, FA – forearm length

Discussion

At only four non-systematic investigations of the areas under wind turbines in Croatia seven bat carcasses belonging to Kuhl's or Savi's pipistrelles, were found. The heterogeneous grounds under the wind turbines, covered with stones and often also with shrubs, make the search for carcasses very difficult. Additionally, in here reported checks, not all areas under all wind turbines were investigated. It would be possible, that dead bats would be discovered also under other wind turbines.

These findings confirm the negative impact of wind turbines on bats in Croatia. The two wind farms lie within the distribution ranges of both Kuhl's and Savi's pipistrelles (DIETZ et al. 2007). However, the question what is the actual effect of these wind turbines on bat populations, cannot be answered without regular checks within a systematic study and a long term monitoring scheme.

In Croatia, more wind farms are planned to be built (LIVAJIČ 2007). Activities for first wind power plants are in place also in other countries of Western Balkans, like Slovenia (PERŠOLJA 2005) and Bosna and Herzegovina (FENA 2007). Here described findings present the first proof in the region, that bats can be affected by the wind turbines. They therefore additionally support the fact, that impact assessments should seriously consider the potential negative impact of wind farms on bat populations before they are built. A more detailed study from the two wind farms would not be important only for impact assessments of other wind farms within the country, but would also be important for other countries in the region.

Acknowledgements

We are grateful to ANA JANČIČ, MARJETKA ŠEMRL, VESNA ŠLAMBERGER, TANJA SUNČIČ and ALEŠ TOMAŽIČ for their help in checking the areas under the wind turbines. Biology Student's Society from University of Ljubljana organised the student's research camp on the Pag Island in spring 2007, which enabled the investigations of the wind farm. CHRISTIAN DIETZ, KLEMEN KOSELJ and PRIMOŽ PRESETNIK confirmed identification of some bat carcasses. PRIMOŽ PRESETNIK also gave valuable comments on the earlier version of the manuscript.

Summary

Records of dead bats from both wind farms in Croatia are reported. In November 2006, one Savi's pipistrelle (*Hypsugo savii*) was found at the wind farm Trtar Krtolin near Šibenik. In 2007, six bat carcasses of two species were collected at the wind farm Ravne on the Pag Island: in April and May, four Kuhl's pipistrelles (*Pipistrellus kuhlii*) and in July two Savi's pipistrelles. The extent of negative impact on bat populations by the two wind farms cannot be ascertained on the basis of these few investigations, so a systematic study is necessary.

Zusammenfassung

Erste Funde toter Fledermäuse (*Chiroptera*) von Windparks in Kroatien

Es wird über Funde von toten Fledermäusen in den beiden einzigen Windparks von Kroatien berichtet. Im November 2006 wurde eine Alpenfledermaus (*Hypsugo savii*) im Windpark Trtar Krtolin in der Nähe von Šibenik gefunden. Im Jahr 2007 wurden im Windpark Ravne auf der Insel Pag von zwei Fledermausarten insgesamt 6 Schlagopfer gesammelt: im April und Mai 4 Weißrandfledermäuse (*Pipistrellus kuhlii*) und im Juli 2 Alpenfledermäuse. Das Ausmaß des negativen Einflusses auf die Fledermauspopulationen kann auf der Basis der Ergebnisse von nur zwei Windparks nicht beurteilt werden. Deshalb ist eine systematische Studie notwendig.

Literature

AHLÉN, I. (2003): Wind turbines and bats – a pilot study. Final report for Swedish National Energy Administration. Department of Conservation Biology, SLU (5 pp.).

ARNETT, E. B. (2005): Relationships between bats and wind turbines in Pennsylvania and West Virginia: an assessment of bat fatality search protocols, patterns of fatality, and behavioral interactions with wind turbines. A final report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA (187 pp.).

DIETZ, C., VON HELVERSEN, O., & NILL, D. (2007): Handbuch der Fledermäuse Europas und Nordwestafrikas. Biologie, Kennzeichen, Gefährdung. Franckh-Kosmos Verlags GmbH & Co.KG. Stuttgart (399 pp.).

FENA, - (2007): Izgradnju vjetroelektrana na Podveležju priječi nepotpisivanje ugovora o koncesiji. Biznis magazin centralne BIH. Internet magazine. Source: http://biznis-monitor.com/monitor/index.php?option=com_content&task=view&id=1146&Itemid=44 (3.9.2007).

JANČAR, T. (2006): Vetrna elektrarna Trtar Krtolin (Hrvaška) ubila Svijevega netopirja. Glej, netopir **3**(1), 34.

JOHNSON, G. G., ERICKSON, W. P., STRICKLAND, M. D., SHEPERD, M. F., SHEPERD, D. A., & SARAPPO, S. A. (2003): Mortality of bats at a large-scale wind power development at Buffalo Ridge, Minnesota. American Midl. Naturalist **150**, 332-342.

KERNS, J., & KERLINGER, P. (2004): A study of bird and bat collision fatalities at the Mountaineer Wind Energy Center, Tucker County, West Virginia: Annual report for 2003. FPL Energy and Mountaineer Wind Energy Center Technical Review Committee (39 pp.).

LIVAJIĆ, S. (2007): U Zadarskoj županiji gradi se druga vjetroelektrana. Poslovni dnevnik. Internet magazine. Souce: http://www.poslovni.hr/32646.aspx (3.9.2007).

PERŠOLJA, K. (2005): Vetrna energija – neizkoriščena priložnost v Sloveniji. Viri in tehnologije za pridobivanje zelene elektricne energije, Ljubljana 10. November 2005: seminar v okviru mednarodnega projekta CEERES. Fakulteta za strojništvo, Center za energetske in ekološke tehnologije (CEET), p. 30-40.

MAJA ZAGMAJSTER & JANA MLAKAR, SDPVN – Slovenian Association for Bat Research and Conservation, Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana, Slovenia, p.p. 2990; maja.zagmajster@guest.arnes.si, jana.mlakar@gmail.com

TOMAŽ JANČAR, DOPPS – BirdLife Slovenia, p.p. 2990, Tržaška 2, SI-1001 Ljubljana, Slovenia; tomaz.jancar@dopps-drustvo.si

Nyctalus (N.F.), Berlin **12** (2007), Heft 2-3, S. 238-252

Möglichkeiten zur Reduzierung von Fledermausverlusten an Windenergieanlagen in Brandenburg

Von Tobias Dürr, Nennhausen / OT Buckow

Mit 3 Abbildungen

1 Einleitung

Fledermäuse verunglücken nach gegenwärtigem Kenntnisstand offenbar regelmäßig an Windenergieanlagen (WEA). Es gibt jedoch neben standort- und anlagentypspezifischen Parametern auch jahreszeitliche und witterungsbedingte Aspekte, die die Verluste insgesamt beeinflussen. Dennoch ist noch zu wenig darüber bekannt, warum beispielsweise während des Heimzuges und während der Reproduktionszeit nur verhältnismäßig wenig Tiere verunglücken, mit Auflösung der Wochenstuben aber die Zahl der Verluste sprunghaft ansteigt. Dieses Phänomen ist zeitgleich, sowohl in Mittel- und Westeuropa als auch in Nordamerika, beobachtet worden. Aus dem strengen gesetzlichen Schutz, den alle Fledermausarten in Deutschland genießen, und dem offenbar bestehenden hohen Gefährdungsrisiko durch in Betrieb befindliche WEA läßt sich sowohl für Planungs- und Genehmigungsbehörden als auch für Betreiber von WEA und die von ihnen beauftragten Planungsbüros eine hohe Verantwortung ableiten. In Brandenburg sind bisher 265 Fledermäuse (9 Arten) als Anflugopfer an WEA registriert worden (Stand: 07.08.2007). Dieser Datenbasis liegen u. a. 11.661 Kontrollen von 443 WEA aus 66 brandenburgischen Windparks mit 52 untersuchten Anlagentypen von 16 Herstellern zugrunde.

Alle in Brandenburg vorkommenden Fledermausarten sind in Anhang IV der RL 92/43/EWG (FFH-RL) als streng zu schützende Arten eingestuft. Sie sind nach § 10 (2) Nr. 11. b) BNatSchG streng geschützt. Es ist verboten, Individuen der streng geschützten Arten zu töten. Im Guidance-Papier der EU-Kommission (Draft-Version, April 2006) wird den Mitgliedsstaaten auferlegt, das Ausmaß unbeabsichtigter Tötung von Fledermäusen durch WEA über ein Monitoring zu erfassen. Die Ergebnisse eines solchen Monitorings können in die von den Mitgliedsstaaten zu treffenden strengen Schutzmaßnahmen für Fledermäuse Eingang finden. Damit wird einerseits darauf hingewiesen, dass man davon ausgeht, dass die Tötung von Fledermäusen durch WEA unbeabsichtigt erfolgt, andererseits lässt sich daraus ableiten, dass die Erkenntnisse, die aus dem Tod der Tiere an WEA gewonnen werden, zu deren Schutz zu nutzen sind.

2 Vorbemerkungen zur Situation in Brandenburg

In Brandenburg war es bis vor wenigen Jahren nicht möglich, Windeignungsgebiete im Vorfeld auf Vorkommen von Fledermäusen sorgfältig abzuprüfen. Das Wissen um die Gefährdung der Fledermäuse durch WEA war zu diesem Zeitpunkt noch zu begrenzt und kaum verbreitet und es hätte auch nur sehr begrenzte personelle und technische Kapazitäten gegeben. Insofern wurden Planungsräume, in denen später WEA errichtet werden sollten, zunächst nur nach der Nähe zu bekannten Quartieren abgeprüft. Gründliche Untersuchungen zum Vorkommen von Fledermäusen erfolgten erst parallel zum späteren Planungsverfahren. Die ersten fledermauskundlichen Untersuchungen im Zusammenhang mit geplanten Windparks wurden in Brandenburg mit der Erkenntnis um die Gefährdung dieser Artengruppe ab 2002 durchgeführt. Dennoch

wurden zunächst bei einer Vielzahl von späteren Windparks Analysen zu standortbezogenen Fledermausaktivitäten nicht gefordert und deshalb auch nicht veranlasst. Dies war einerseits der Annahme geschuldet, dass Fledermäuse in einer ausgeräumten, strukturarmen Agrarlandschaft nicht oder nur in sehr wenigen Individuen vorkommen würden, und andererseits führten unterschiedliche Zuständigkeiten im Genehmigungsverfahren zu einer unterschiedlichen Bewertung und ebenfalls zur deutlichen Unterschätzung der Situation. Mit der Einführung der tierökologischen Abstandskriterien (TAK) für die Errichtung von WEA in Brandenburg wurden im Jahr 2003 erstmals per Erlass Taburäume definiert, in denen dem Schutz der Tiere Vorrang gegenüber der Windenergienutzung einzuräumen sei.

Empfehlungen der tierökologischen Abstandskriterien (TAK) zum Schutz von Fledermäusen vor WEA in Brandenburg:

- Einhalten eines Abstandes von mindestens 1.000 m
  - -- zu Fledermauswochenstuben mit mehr als 50 Tieren;
  - -- zu Fledermauswinterquartieren mit regelmäßig >100 überwinternden Tieren oder mehr als 10 Arten;
  - -- zu Fledermausnahrungshabitaten mit Konzentrationen von regelmäßig mehr als etwa 100 zeitgleich jagenden Exemplaren hoch fliegender oder ziehender Arten (Großer Abendsegler, Kleiner Abendsegler, Breitflügel-, Nord-, Zweifarb- und Rauhhautfledermaus), z. B. größere Teichgebiete.
- In einem Gebiet von 3 km Radius um das jeweilige Winterquartier bzw. Nahrungshabitat sind Störungen der Funktion von Flugkorridoren zwischen den Quartieren und Hauptnahrungsflächen zu vermeiden. Ebenso sollen Reproduktionsschwerpunktgebiete in strukturreichen Laub- und Mischwaldgebieten mit hohem Altholzanteil auf >100 ha und Vorkommen von mindestens 10 Fledermausarten von Windenergieanlagen freigehalten werden.

Aktuell ist der Wissensstand um die Bedrohung der Fledermäuse durch WEA gegenüber 2003 wesentlich verbessert, und es ist dringend an der Zeit, Maßnahmen zu ergreifen, dieses Wissen angemessen zu berücksichtigen.

Bei der Erweiterung von Windparks und im Rahmen von Repowering erwies es sich ferner als hilfreich, die Erfassung von Schlagopfern an den auf der Planungsfläche bestehenden oder den unmittelbar angrenzenden WEA in die Voruntersuchungen mit einzubeziehen. Weist das Ergebnis einer Voruntersuchung einen Standort als konfliktreich aus und sind Alternativstandorte, z. B. durch Verschiebung der betroffenen Anlagen, verfügbar, würde der ungehinderte Betrieb einer WEA an solch einem Standort mit sehr großer Wahrscheinlichkeit den Tod von Fledermäusen herbeiführen. Einem Betreiber einer WEA kann grundsätzlich nicht unterstellt werden, dass er diese Anlage errichtet, um Fledermäuse damit zu erschlagen. Er handelt zunächst mit dem Ziel der Gewinnung von Strom aus einer alternativen Energiequelle nicht vorsätzlich oder mutwillig. Da die meisten Fledermausarten aber bestimmte, sich alljährlich und abgesehen von geringfügigen Schwankungen zu denselben Zeiten wiederholende Rhythmen innerhalb ihres Lebenszyklus haben, in denen es zu Konflikten mit WEA innerhalb ihres Lebensraumes kommen kann (z. B. Schwärmphase nach Auflösung der Wochenstuben mit dem Ziel der Quartiersuche, Paarungszeit, Zug), würden sich die Individuenverluste alljährlich wiederholen. Es ist deshalb zu unterstellen, dass bei Missachtung dieser Kenntnis, der Tod der Tiere wissentlich in Kauf genommen und damit absichtlich herbeigeführt würde. Damit ist nicht der individuenbezogene Einzelfall gemeint, sondern der sich wiederholende Individuenverlust von Fledermäusen durch eine als einzeln zu betrachtende WEA, die z. B. auch innerhalb eines Windparks stehen kann. Aus diesem Grund sind Maßnahmen zu prüfen, die einerseits den größtmöglichen Schutz der Tiere gewährleisten, andererseits aber auch die Windenergienutzung, zumindest grundsätzlich nicht völlig auszuschließen. In

diesem Zusammenhang wurden u. a. Daten aus der zentralen Fundkartei, wie Einfluss von Gehölzstrukturen (Dürr & Bach 2004) und anlagentypspezifische Parameter (Bengsch 2006) ausgewertet. Auf der Basis umfangreicher fachlicher Zuarbeiten wurden brandenburgspezifische Bewertungskriterien erarbeitet, die in dieser Arbeit vorgestellt werden sollen (s. u.). Sie wurden einerseits notwendig, um anhand der Voruntersuchungen eine kritische Standortbetrachtung zu ermöglichen, andererseits erwiesen sich diese Kriterien als sehr hilfreich, wenn eine Standortverschiebung besonders „kritischer" WEA nicht möglich war. Für eine Reihe von WEA, die an eben solchen kritisch eingeschätzten Standorten errichtet werden sollten, wurden zur Verminderung von zu erwartenden Fledermausverlusten jahres- und tageszeitlich befristete Abschaltzeiten festgelegt. Inwieweit dadurch die Wirtschaftlichkeit von WEA infrage gestellt wird, kann an dieser Stelle nicht beurteilt werden. Abschaltzeiten fielen mit den Hochsommermonaten jedoch ganz überwiegend in die Zeit des geringsten Windertrages (Hensen 2004).

2.1 Barrierewirkung der Windeignungsgebiete für ziehende Fledermäuse in Brandenburg

Brandenburg wurde bei der Erarbeitung der Regionalpläne in 5 Regionen unterteilt: Prignitz-Oberhavel, Uckermark-Barnim, Havelland-Fläming, Oderland-Spree, Lausitz-Spreewald. In diesen Regionen beträgt der Flächenanteil der Windeignungsgebiete (WEG) gegenwärtig 0,99-1,5 %. Einzeln betrachtet würde man bei diesem relativ geringen Flächenanteil, der für die Windenergienutzung zur Verfügung gestellt wurde, kaum mit einer nennenswerten Beeinträchtigung von Fledermäusen rechnen. Dies wäre demnach lediglich örtlich zu erwarten. Die nachfolgende modellhafte Betrachtungsweise soll auf einen möglicherweise bisher unterschätzten summarischen Effekt der WEG untereinander hinweisen.

Setzt man modellhaft voraus, dass sich fernziehende Fledermäuse auf ihrem Zugweg annähernd linear bewegen, d. h. in etwa einer Diagonale folgend quer durch Brandenburg, so kann man davon ausgehen, dass sie auf ihrem Zugweg auf jene Windparks treffen, die sich auf diesem diagonalen Zugweg befinden. Die durch Brandenburg im Spätsommer und Herbst ziehenden Fledermäuse, vornehmlich Große und Kleine Abendsegler, Zweifarb- und Rauhhautfledermäuse, wandern zu einem hohen Anteil von Nordost nach Südwest. Dabei durchwandern sie Brandenburg in breiter Front, allerdings regional in unterschiedlicher Individuendichte. Andere Zugrichtungen sowie der Heimzug im Frühjahr bleiben nachfolgend unberücksichtigt. Für die einzelnen brandenburgischen Regionen wurde modellhaft über jedes WEG ein diagonaler Streifen in Breite des WEG von Nordost nach Südwest gelegt, um zu ermitteln, wie hoch der Flächenanteil ist, in dem noch gefahrlos Zug möglich ist. WEG, die sich auf denselben diagonalen Streifen befinden, wurden entsprechend berücksichtigt. Angaben zur Auslastung der WEG und zu WEA außerhalb der WEG blieben wegen fehlender Übersichten unberücksichtigt.

Addiert man alle streifenartigen Diagonalen in Breite der jeweiligen WEG miteinander, so verbleibt eine Restfläche zwischen den WEG. Diese stellt den modellhaften Freiraum dar, in dem bei einer Zugrichtung von Nordost nach Südwest zwischen den Windparks Zug ohne Kollisionsgefahr möglich ist. Er liegt durchschnittlich bei 56 % und schwankt in den einzelnen Regionen zwischen 49 und 67 %. Berücksichtigt man kumulative Effekte der WEG innerhalb angrenzender Regionen, so sinkt der Anteil der Freiräume im Mittel sogar auf 43 % (20-67 %). Das bedeutet, dass modellhaft die bestehenden WEG auf 57 % der Landesfläche Barrierewirkung für ziehende Fledermäuse entfalten. Damit existiert für ziehende Fledermäuse in Brandenburg bereits ein hohes Gefährdungspotenzial, dessen Ausmaß durch die modellhafte Betrachtungsweise der kumulativen Effekte der WEG untereinander sehr deutlich wird. Obwohl unklar ist, ob fernziehende Fledermäuse in der Tat geradlinig und einer Diagonalen folgend Brandenburg durch-

queren, besteht akuter Handlungsbedarf, um die Verluste der ziehenden Fledermäuse an WEA zu reduzieren.

2.2 Anforderungen an die Planung

Eine wesentliche Schlüsselrolle kommt der Bewertung von geplanten Standorten für die Windenergienutzung zu. Eine solche Untersuchung hat das Ziel, fundierte und übersichtliche Planungsunterlagen zu erhalten und eine Konflikteinschätzung des gesamten Windparks und jedes einzelnen WEA-Standortes zu ermöglichen. Andererseits wird dadurch auch eine zügige Bearbeitung durch die Fachbehörde für Naturschutz und Landschaftspflege möglich und die Ergebnisse tragen dazu bei, Fledermausverluste wesentlich zu reduzieren. Die Ergebnisse sollten deshalb eine Unterscheidung von Standorten mit fehlendem bzw. geringem, mittlerem, hohem und sehr hohem Konfliktpotenzial ermöglichen. Sie umfassen die Ermittlung der im Vorhabensgebiet und im Radius der nächstgelegenen Siedlungen vorkommenden, d. h. quartiernehmenden, überwinternden, jagenden, durchfliegenden, ziehenden oder in sonstiger Weise vorkommenden Chiropterenfauna. Voruntersuchungen müssen sowohl die Planungsfläche als auch deren näheres Umfeld einbeziehen. Dabei sind auch die an die Planungsfläche angrenzenden Ortschaften vor allem in Bezug auf Quartiere von Fledermäusen abzuprüfen.

Umfassende methodisch standardisierte Standortuntersuchungen sind erforderlich, bei Abgrenzung und Ausweisung von Windeignungsgebieten, Planungen für die Errichtung von Windparks bzw. WEA unabhängig von der Standortausstattung und von der Anlagenhöhe sowie beim Repowering. Um die Ergebnisse bewerten und das Konfliktpotenzial des Standortes einschätzen zu können, müssen folgende Anforderungen berücksichtigt werden:

- eine übersichtliche tabellarische und kartografische Darstellung der Ergebnisse mit eindeutiger, standortbezogener Konfliktdarstellung und transparenter Darstellung der erzielten Ergebnisse;
- eine Berücksichtigung von bedeutsamen, besonders individuen- oder artenreichen Quartieren und Jahreslebensräumen (Feuchtgebiete, Wälder, Wochenstuben, Balz- und Paarungs- sowie Winterquartiere);
- eine Berücksichtigung von fledermausbedeutsamen Leitstrukturen (Waldränder, lineare Gehölze, Gewässer, Flugkorridore zu Jagdgebieten);
- eine Berücksichtigung von Zugkorridoren (wenige erfasste Durchzügler oder Todfunde an bestehenden WEA können u. U. auf Zug in größerer, mit herkömmlicher Technik kaum erreichbarer Flughöhe oder an vorhergehenden oder nachfolgenden Tagen hinweisen).

Bei Untersuchungen zur Fledermausfauna hat sich grundsätzlich eine ganznächtige, d. h. in den späten Nachmittagsstunden einsetzende und bis zum Sonnenaufgang anhaltende Aufzeichnung mittels stationärer Horchkisten an den Standorten der geplanten WEA und an entsprechenden Leitstrukturen bewährt. Diese Horchkisten registrieren die Ortungslaute von Fledermäusen zeitabhängig über dem Aufzeichnungsstandort und geben damit Auskunft über die Flugaktivitäten sowie ein mögliches, daraus ableitbares Konfliktpotential für Fledermäuse an eben diesem Standort. Als Untersuchungsdichte haben sich dekadenweise Intervalle bewährt. Als Darstellungsform ist eine minütige bis maximal stündliche Summierung der registrierten Aufzeichnungen optimal, weil sie Schwerpunkte nächtlicher Flugaktivitäten sichtbar macht.

Diese standortgebundenen und ganznächtigen Aufzeichnungen sind durch Detektorbegehungen (Erfassung von „Flugstraßen", Suche von Quartieren), planmäßige Zugbeobachtungen (ab 3. Juli- bis 1. Oktoberdekade), Wochenstuben-, Balz-, Winterquartiersuche und Datenrecherchen zu ergänzen. Netzfänge können überdies bei der Determination im Felde schwer zu bestimmender Arten und beim Nachweis von Reproduktionsgemeinschaften helfen.

Ergebnisse der Detektorbegehungen sollten

grundsätzlich detailliert, ggf. auch artbezogen tabellarisch sowie kartografisch (monatlich oder zusammengefasst nach Aktionszeiträumen, z. B. Ende März bis Mitte Mai; Ende Mai bis Anfang Juli; Mitte Juli bis Mitte September; Ende September bis Anfang November) dargestellt werden. Durch kartografische Überlagerung der Nachweispunkte können saisonal oder artbezogen bedeutsame Aktionsräume hervorgehoben werden. Zur Interpretation der Ergebnisse sollten Tagesprotokolle beigefügt werden.

In Übersichtskarten mit geeignetem Maßstab sind ferner die Standorte der eingesetzten Horchkisten, Netzfangstandorte, ggf. untersuchte Transekte, ermittelte Quartiere, Flugstraßen und Zugbewegungen zu kennzeichnen. Soweit bereits feststehend, sind die Standorte der geplanten WEA abzubilden. Durch kartografische Überlagerung der Erfassungsergebnisse mit den Standorten der geplanten WEA sollten zu erwartende Konflikte aufgezeigt und nach Höhe des Konfliktpotenzials unterschieden werden. Im Weiteren müssen dann auf der Grundlage der gewonnenen Daten klare Empfehlungen für jeden einzelnen WEA-Standort folgen.

Beim Repowering und bei der Erweiterung von Windparks wird außerdem eine Untersuchung zur Ermittlung von Schlagopfern an den bestehenden WEA empfohlen, die die Interpretation der Aufzeichnungsergebnisse wesentlich erleichtern kann. Felduntersuchungen sollten sich am Zeitraum der zu erwartenden Flugaktivitäten (3. März- bis einschließlich 1. Novemberdekade) orientieren. Dabei ist zu dokumentieren, welche WEA wann kontrolliert wurde. Todfunde sind einzelnen Anlagen zuzuordnen.

Besonders problematisch erscheint eine Eingriffsprognose bei der immer größer werdenden Anlagenhöhe, da die herkömmliche Technik die Rufe einiger in dieser Höhe fliegenden Arten vom Boden aus kaum noch oder z. T. gar nicht mehr aufzeichnen kann. Künftig sollte deshalb zunehmend auch von alternativen Aufzeichnungsmethoden Gebrauch gemacht werden, z. B. Nutzung der Gondel an bereits bestehenden WEA, Einsatz von heliumgefüllten Ballons.

2.3 Bedeutsame, besonders individuen- oder artenreiche Quartiere und Jahreslebensräume

Insbesondere während der Reproduktionszeit und im Winter sind Fledermäuse für einen längeren Zeitraum an Quartiere gebunden, die von diesen Tieren traditionell genutzt werden. Wochenstuben können dabei kopfstarke Ansammlungen von mehreren hundert Individuen sein, im Regelfall sind es jedoch meist nur kleine Gruppen von 10-30 ♀♀, die gemeinsam ihre Jungen aufziehen. Wochenstuben von >30 ♀♀ sind bereits als kopfstark zu betrachten. Mit den Jungtieren können sich dann >100 Individuen in diesen Quartieren aufhalten. Ausgehend von den Tagesquartieren fliegen die Fledermäuse zu ihren Jagdgebieten, die sowohl in der Nähe als auch kilometerweit von diesen entfernt liegen können. Dabei nutzen sie auf dem Weg zu regelmäßig genutzten Jagdgebieten u. a. auch sogenannte „Flugstraßen". Als Nahrungsopportunisten überfliegen Fledermäuse auch immer wieder das gesamte nähere und weitere Umfeld der Wochenstube, um schwärmende Insekten aufzuspüren und effektiv bejagen zu können. Zum Schutz der Fledermäuse erscheint deshalb in Brandenburg nach gegenwärtigem Kenntnisstand das Einhalten eines Abstandes von mindestens 1.000 m zu WEA als notwendig:

1.) zu Fledermauswochenstuben mit mehr als 30 adulten ♀♀ oder zu Wochenstuben von Arten des Anhangs II der FFH-Richtlinie (unabhängig von deren Größe),
2.) zu Fledermausnahrungshabitaten mit Konzentration von regelmäßig mehr als etwa 30 zeitgleich jagenden Exemplaren hoch fliegender, ziehender oder besonders durch Rotorschlag gefährdeter Arten (Großer Abendsegler, Kleiner Abendsegler, Breitflügel-, Nord-, Zweifarb-, Rauhhaut-, Zwerg-, Mückenfledermaus) sowie
3.) zu für das Land Brandenburg bedeutsamen

Winterquartieren, d. h. zu Quartieren, die regelmäßig von
- mehr als 3 Arten
- mehr als 10 Individuen oder
- mindestens einer der in Anhang II der FFH-Richtlinie aufgeführten Arten (Bechstein-, Teichfledermaus, Großes Mausohr und Mopsfledermaus) aufgesucht werden.

Als Reproduktionsschwerpunktgebiete lassen sich Vorkommen von mindestens 10 Fledermausarten definieren, die in besonders struktur-, altholz- und höhlenreichen Wäldern, Parks, Feuchtgebieten und auf ehemaligen Truppenübungsplätzen zu erwarten sind. Ebenso sind Gebiete mit mindestens 10 Wochenstubengemeinschaften, von denen >50 % auf die besonders durch Rotorschlag gefährdeten Arten Großer Abendsegler, Kleiner Abendsegler, Breitflügel-, Nord-, Zweifarb-, Rauhhaut-, Zwerg-, Mückenfledermaus entfallen, als Reproduktionsschwerpunktgebiete einzuschätzen. Zum Schutz der Funktion von Flugkorridoren zwischen Quartieren und Hauptnahrungsflächen vor Störungen durch WEA sollten diese in einem Radius von 3 km um die Quartiere bzw. Jagdgebiete frei von Windenergieanlagen gehalten werden.

Ausnahmen erscheinen in solchen Fällen denkbar, wenn

1.) es sich um Wochenstuben von Arten handelt, die nahezu ausnahmslos eng an Gehölz- und Gewässerstrukturen gebunden jagen und diese Arten nicht in Anhang II der FFH-Richtlinie aufgeführt sind (Braunes Langohr, Fransen-, Wasser-, Große und Kleine Bartfledermaus),
2.) diese Arten bisher nicht oder nur sehr selten als Schlagopfer nachgewiesen wurden (Braunes Langohr, Fransen-, Wasser-, Große und Kleine Bartfledermaus),
3.) die betreffende Wochenstube weder innerhalb eines Windparks gelegen ist, noch die das Quartier umgebende Gehölzstruktur weniger als 150 m plus Rotorradius an die nächstgelegene WEA heranreicht,
4.) keine Gehölz- oder Gewässerstruktur eine Erschließung des Windparks durch diese Arten ermöglicht,
5.) es sich um Arten handelt, die die mittleren und oberen Bereiche der Masten von WEA nicht zur Nahrungssuche nutzen und deshalb nicht oder nur sehr selten in den Gefahrenbereich der Rotoren geraten können (Braunes Langohr, Fransenfledermaus, Bartfledermäuse) und
6.) es sich um regelmäßig genutzte Winterquartiere der Arten Braunes Langohr, Fransen-, Wasser-, Große und/oder Kleine Bartfledermaus mit regelmäßig insgesamt höchstens 25 Individuen handelt.

3 Bewertung von aufgezeichneten Flugaktivitäten der Fledermäuse

Um die im Rahmen der Voruntersuchungen in Brandenburg aufgezeichneten Flugaktivitäten auswerten zu können, wurden die Ergebnisse grundsätzlich in Dekaden zusammengefasst bewertet. Dabei wurde eine Einteilung in unterschiedliche Häufigkeitsklassen vorgenommen, die sich an die Bewertungskriterien der meist ortsansässigen Gutachter anlehnte. Ergebnisse der Detektorbegehungen (DBG) wurden von Aufzeichnungen stationärer Horchkisten (HK) unterschieden. Grundsätzlich sind fehlende oder geringe von mittleren, hohen und sehr hohen Flugaktivitäten zu unterscheiden:

1.) <u>fehlende oder geringe Flugaktivitäten</u>:

- ermittelt mit HK: 0-1,33 Überflüge je Stunde (vgl. Tab. 1) bzw. 0-10 Überflüge je Nacht
- ermittelt bei DBG: <1,6 Fledermauskontakte je Stunde entspricht 1 Kontakt alle 60 min

- **Abschaltzeiten in entsprechender Dekade <u>nicht</u> erforderlich**

2.) <u>mittlere Flugaktivitäten</u>:

- ermittelt mit HK: 0,68-4,00 Überflüge je Stunde (vgl. Tab. 1) bzw. >10-30 je Nacht

oder 1-2 Tiere regelmäßig am Standort jagend
- ermittelt bei DBG: 1,6-3,5 Fledermauskontakte je Stunde entspricht 1 Kontakt alle 20-30 min

- **Abschaltzeiten an betreffender WEA in entsprechender Dekade erforderlich (Aktivitätsmuster je WEA berücksichtigen)**
- **Ausnahme: Abschaltzeiten bei Jagdaktivitäten (<30 je Nacht) zwischen 3. Mai- und 1. Julidekade nicht erforderlich** (s. Abb. 3).

3.) hohe Flugaktivitäten:

- ermittelt mit HK: 2,01-13,33 Überflüge je Stunde (vgl. Tab. 1) bzw. >30-100 je Nacht oder 3-5 Tiere regelmäßig am Standort jagend
- ermittelt bei DBG 3,6-5,9 Fledermauskontakte je Stunde, entspricht 1 Kontakt alle 15 min

- **Standortverschiebung prüfen, wenn in mindestens 2 Dekaden hohe oder sehr hohe Flugaktivitäten ermittelt wurden**
- **Wenn Standortverschiebung nicht möglich, Abschaltzeiten an betreffender WEA in entsprechender Dekade erforderlich (ganznächtig, von SU bis SA, je nach Aktivitätsmuster auch bereits vor SU)**

4.) sehr hohe Flugaktivitäten:

- ermittelt mit HK: >6,67->13,33 Tiere je Stunde (vgl. Tab. 1) bzw. >100 je Nacht oder >6 Tiere regelmäßig am Standort jagend
- ermittelt bei DBG: >5,9 Kontakte je Stunde, entspricht 1 Kontakt alle 10 min oder häufiger

- **Standortverschiebung erforderlich**
- **Wenn Standortverschiebung nicht möglich, dann ganznächtige Abschaltzeiten je Dekade (SU bis SA), bei Aktivitäten von Großen Abendseglern bereits ab mindestens 2 Stunden vor SU**

Da es in den einzelnen Dekaden wegen der mitunter sehr unterschiedlichen Nachtlängen zur fehlerhaften Interpretation durch Überlappung von Werten kommen kann, wurden die mittleren stündlichen Aktivitätswerte für die

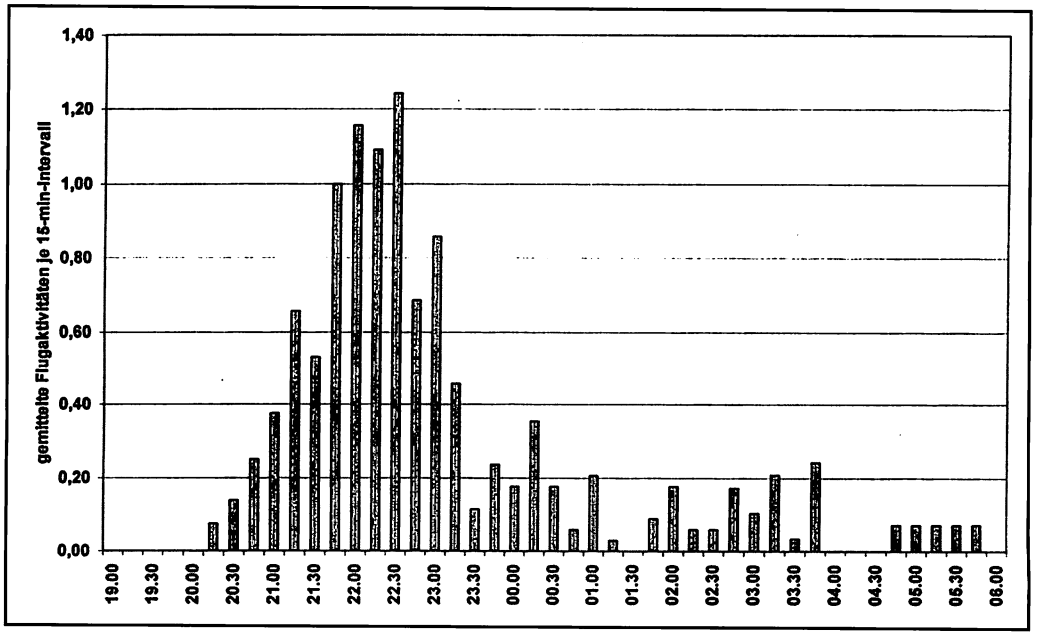


Abb. 1. Gemittelte Flugaktivitäten je 15-min-Intervall in der 3. Aprildekade (SU 20.30 Uhr; SA 6.15 Uhr MESZ). Aufzeichnungen von 37 stationären Horchkisten an 8 verschiedenen Standorten geplanter Windparks. Deutlich sind geringere Aktivitäten in der 2., meist noch kühlen Nachthälfte zu erkennen.

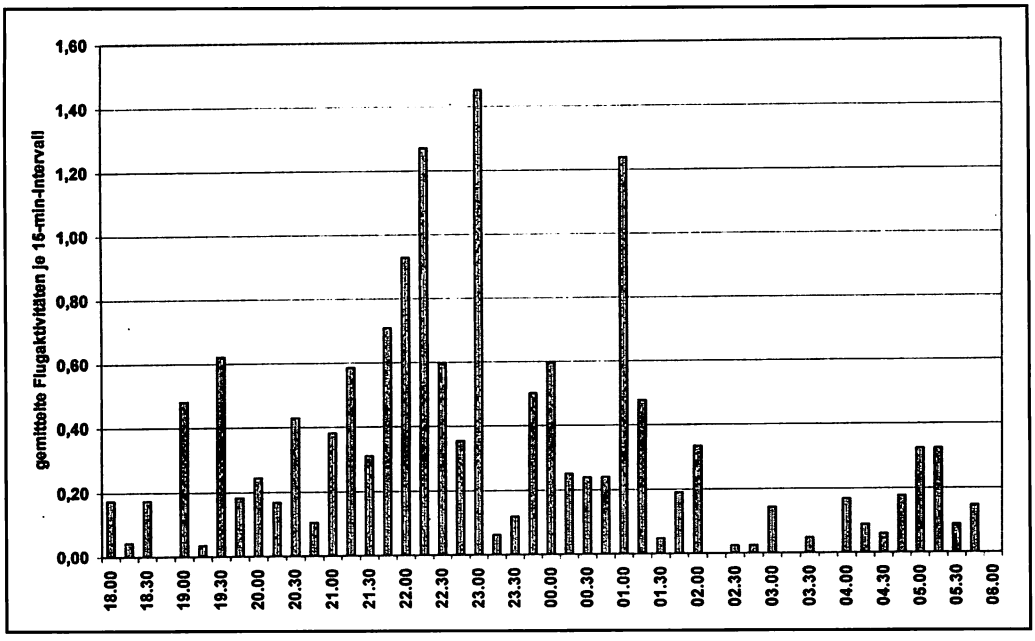


Abb. 2. Gemittelte Flugaktivitäten je 15-min-Intervall in der 3. Septemberdekade (SU 19.15 Uhr; SA 7.15 Uhr MESZ). Aufzeichnungen von 73 stationären Horchkisten an 9 verschiedenen Standorten geplanter Windparks. Deutlich ist eine Dreigipfligkeit im Aktivitätsmuster zu erkennen, was auf Zuggeschehen um Mitternacht und in den zeitigen Morgenstunden hinweist.

Tabelle 1. Gemittelte Flugaktivitäten je Stunde (ermittelt mit stationären Horchkisten je Nacht)

		Flugaktivitäten (Überflüge je Stunde)			
		gering	mittel	hoch	sehr hoch
Nachtlänge SU-SA (h)	Dekade	0 bis 10 je Nacht	>10 bis 30 je Nacht	>30 bis 100 je Nacht	>100 je Nacht
7,5	VI-3	1,33	1,34-4,00	4,01-13,33	13,34
7,75	VI-1, VI-2	1,29	1,30-3,87	3,88-12,90	12,91
8,0	VII-1, VII-2	1,25	1,26-3,75	3,76-12,50	12,51
8,25	V-3	1,21	1,22-3,64	3,65-12,12	12,13
8,5	VII-3	1,18	1,19-3,53	3,54-11,76	11,77
8,75	V-2	1,14	1,15-3,43	3,44-11,43	11,44
9,0	VIII-1	1,11	1,12-3,33	3,34-11,11	11,12
9,25	V-1	1,08	1,09-3,24	3,25-10,81	10,82
9,5	VIII-2	1,05	1,06-3,16	3,17-10,53	10,54
9,75	IV-3	1,03	1,04-3,08	3,09-10,26	10,27
10,25	IV-2, VIII-3, IX-1	0,98	0,99-2,93	2,94-9,76	9,77
11,0	IV-1	0,90	0,91-2,73	2,74-9,09	9,10
11,5	III-3, IX-2	0,87	0,88-2,61	2,62-8,70	8,71
12,0	III-2, IX-3	0,83	0,84-2,50	2,51-8,33	8,34
12,5	X-1	0,80	0,81-2,40	2,41-8,00	8,01
13,25	X-2	0,75	0,76-2,26	2,27-7,55	7,56
13,75	X-3	0,73	0,74-2,18	2,19-7,27	7,28
14,5	XI-1	0,69	0,70-2,07	2,08-6,90	6,91
15,0	XI-2	0,67	0,68-2,00	2,01-6,67	6,68

einzelnen Dekaden berechnet (Tab. 1). Als Nacht wurde dabei die Zeitspanne zwischen Sonnenuntergang (SU) und Sonnenaufgang (SA) definiert. Durch die Umrechnung der Gesamtaktivitäten einer Nacht in „Flugaktivitäten je Stunde" können bis zu einem gewissen Grad auch solche Ergebnisse bewertet werden, die weniger als eine ganze Nacht oder aber auch eine längere Zeitspanne berücksichtigen (s. Abb. 1 u. 2). Flugaktivitäten, die mit stationären Horchkisten ermittelt wurden, sind in Brandenburg entsprechend der Nachtlänge wie folgt zu bewerten (Tab. 1).

4 Jahres- und tageszeitlich befristete Abschaltzeiten

An jenen Standorten, an denen vor allem während der Schwärmphase und der Zugzeiten mittlere oder stärkere Flugaktivitäten registriert wurden, erscheinen Maßnahmen notwendig, um die mit großer Wahrscheinlichkeit zu erwartenden langjährigen Individuenverluste deutlich zu reduzieren. Die unterschiedlichen Flugaktivitäten im Laufe eines Jahres schlagen sich nicht in gleicher Weise in den registrierten Verlusten nieder (Abb. 3). Obwohl es zwischen Ende Mai und Ende Juni bereits zu durchschnittlich hohen Flugaktivitäten in vielen untersuchten brandenburgischen Windparks kam, verunglückten nur sehr wenige Tiere in diesem Zeitraum. Es sind vor allem Jagdaktivitäten ortsansässiger Tiere, die in dieser Zeit hohe Aufzeichnungswerte verursachen. Nach BACH & RAHMEL (2004) können ortsansässige Fledermäuse WEA durchaus als Hindernis erkennen. Ob alle Arten diese Fähigkeit besitzen, ist jedoch noch unklar. Betriebsbedingte Abschaltzeiten zum Schutz der Tiere erscheinen in diesem Zeitraum nicht zwingend erforderlich. Dennoch sind einige nicht unwesentliche Dinge zu bedenken. Einerseits werden durch die auskämmende Wirkung der Rotoren die Nahrungstiere innerhalb des Jagdgebietes deutlich reduziert, andererseits wird die Jagd im Luftraum durch die

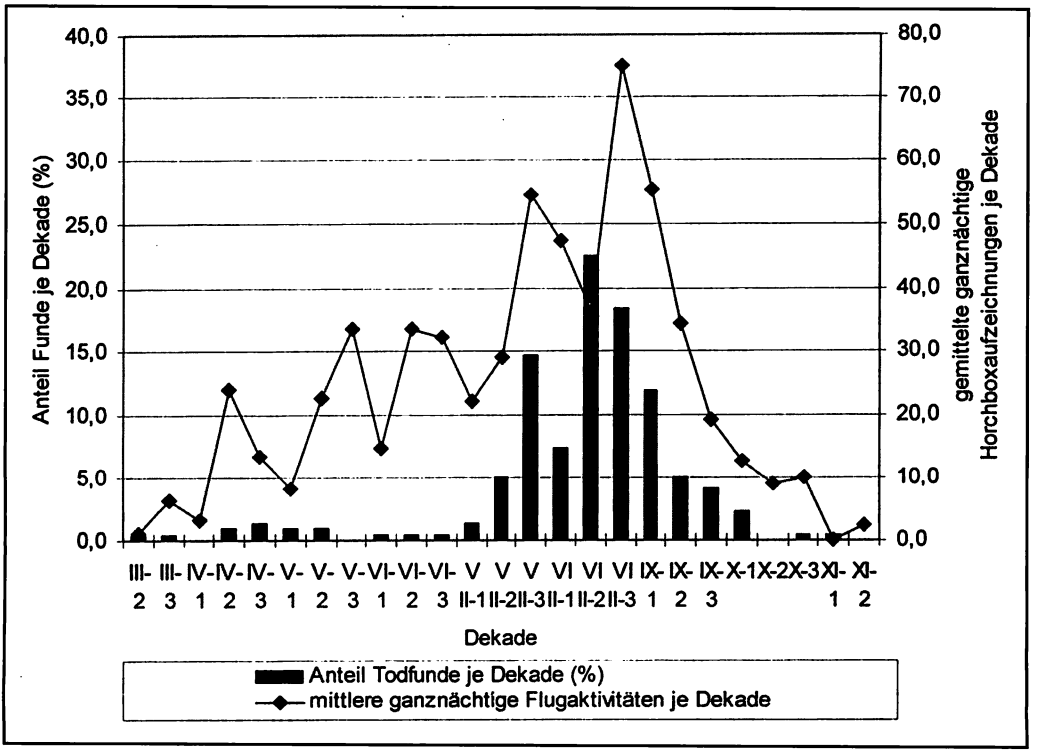


Abb. 3. Mittlere Anzahl registrierter ganznächtlicher Flugaktivitäten (erfasst mit 1.962 stationären Horchkisten im Rahmen von Voruntersuchungen zu 38 geplanten Windparks und zusammengefasst zu Dekaden) im Vergleich zum zeitlichen Auftreten von Todesfällen (n = 218) an WEA je Dekade.

Luftverwirbelungen unmittelbar beeinflusst. Weiterhin ist die Auffindbarkeit verunglückter Tiere während dieser Zeit durch die besonders hohe und dichte Vegetation wesentlich erschwert. Bei neuartigen Anlagentypen (>140 m Gesamthöhe) wurde das Verlustgeschehen während dieser Zeit bisher noch völlig unzureichend untersucht. Hierzu sind gezielte Untersuchungen erforderlich, denn ab Ende Juli, in sehr warmen Jahren bereits ab Mitte Juli nehmen sowohl die durchschnittlichen Flugaktivitäten als auch die Individuenverluste auch an diesen Anlagentypen deutlich zu.

Im Hochsommer verunglücken die meisten Tiere. In dieser Zeit werden regelmäßig hohe Flugaktivitäten registriert. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass während dieser Zeit bereits geringe Aktivitäten mit hoher Wahrscheinlichkeit Verluste verursachen. Das lässt sich durch den hohen Anteil in dieser Zeit aktiv ziehender und auch intensiv quartiersuchender Tiere erklären. Insofern erscheint es sinnvoll, Abschaltzeiten insbesondere auf eben diese besonders konfliktreiche Zeit zu beschränken.

Wie in den Abb. 1 und 2 erkennbar ist, gibt es außerdem tageszeitliche Unterschiede in den nächtlichen Aktivitäten der Fledermäuse. Diese beruhen z. T. in unterschiedlichen Aktivitätsrhythmen einzelner Arten, weil einige Arten in der zeitigen Dämmerung, andere erst bei völliger Dunkelheit ausfliegen. Abendliche Ausflüge zur Tränke und zu Jagdgebieten mit einhergehender intensiver Jagd sind durch einen steilen Anstieg der Aktivitäten erkennbar, die normalerweise gegen Mitternacht wieder abflauen. In der zweiten Nachthälfte kommt es meist wieder zu einem Anstieg der Flugaktivitäten, der sowohl von aktiv ziehenden als auch von quartiersuchenden Individuen verursacht wird. Es ist deshalb nicht in jeder Dekade erforderlich, Abschaltzeiten für eine WEA auf den gesamten Zeitraum zwischen Sonnenuntergang und Sonnenaufgang auszudehnen. Andernfalls kann eine Beschränkung allein auf die Nachtstunden unzureichend sein. Im Hochsommer setzen Zugaktivitäten, vor allem von *Nyctalus noctula*, häufig bereits am späten Nachmittag und damit weit vor Sonnenuntergang ein, in kühlen Frühjahrs- und Herbstnächten kann es hingegen bereits einige Stunden vor Sonnenaufgang zum Erliegen der Flugaktivitäten kommen. Das ist vor allem dann der Fall, wenn kein Zug zu verzeichnen ist.

An dieser Stelle kann noch kein vollständiger Überblick über alle bisher festgesetzten Abschaltzeiten gegeben werden, weil diese Angaben bislang nicht zentral erfasst wurden. Dennoch soll am Beispiel einiger Zahlen die etwaige Größenordnung umrissen werden. Deutlich gemacht werden muss, dass meist nur einzelne oder wenige WEA innerhalb eines Windparks durch die Genehmigungsbehörde mit Abschaltzeiten belegt wurden. So wurden in 53 geplanten Windparks mit insgesamt 444 beantragten WEA aus Gründen des Fledermausschutzes 11 WEA (2,5 %) abgelehnt, 69 WEA (15,5 %) in 16 Windparks mit Abschaltzeiten belegt und 364 WEA (82,0 %), z. T. nach vorheriger Standortverschiebung, genehmigt (Tab. 2).

5 Flugaktivitäten der Fledermäuse im Gefahrenbereich von WEA

Bis heute konnte noch nicht vollends aufgeklärt werden, warum sich Fledermäuse in den

Tabelle 2. Übersicht über WEA mit jahres- und tageszeitlich befristeten Abschaltzeiten zum Schutz von Fledermäusen und Ablehnungen aus Gründen des Fledermausschutzes in Brandenburg (Stand 20.02.2007)

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	gesamt
Windparks (n)	6	6	11	11	16	3	53
WEA gesamt	52	64	84	106	125	13	444
WEA ohne Abschaltzeiten	52	59	63	101	84	5	364
WEA mit Abschaltzeiten	0	5	21	5	30	8	69
Genehmigung versagt	0	0	0	0	11	0	11

Gefahrenbereich von WEA begeben und warum es dort bei einigen Arten zu vielen, bei anderen kaum oder offenbar gar nicht zu Unglückfällen kommt. Offenbar versagt das Echoortungssystem der Fledermäuse bei der Gefahrenerkennung. Allerdings sind Fledermäuse durchaus in der Lage, sich mit großer Geschwindigkeit annähernde Falken, wie Baumfalken (*Falco subbuteo*) und Wanderfalken (*F. peregrinus*), zu bemerken und ihnen auszuweichen (Haensel & Sömmer 2002, Sömmer & Haensel 2003). Intensivere Auseinandersetzungen mit den Möglichkeiten der Verluste finden sich bei Ahlén (2004) und in einer 2006 vom Regierungspräsidium Freiburg veröffentlichten Broschüre.

Ein Feindvermeidungsschema gegenüber WEA scheint zumindest bei aktiv ziehenden Individuen von Abendseglern (*Nyctalus noctula*) nicht ausgeprägt, denn sie fliegen ohne Ausweichverhalten in den Gefahrenbereich hinein (Traxler et al. 2004). Ortsansässige Individuen besitzen hingegen – allerdings möglicherweise nur während der Reproduktionszeit –, zumindest belegt für Zwergfledermäuse (*Pipistrellus pipistrellus*), die Fähigkeit, WEA als Gefahr oder vielmehr als Hindernis wahrzunehmen und ihnen je nach Winkelstand des Rotors zur Flugrichtung rechtzeitig auszuweichen (Bach & Rahmel 2004). Es gibt Beobachtungen, dass Fledermäuse auch gezielt den Gondelbereich von WEA aufsuchen, um dort zu jagen (Ahlén 2002). Das erscheint vor allem bei jenen Anlagentypen logisch, bei denen Wärmeenergie im Bereich der Gondel abgegeben wird, wodurch Insekten dorthin gelockt und zum längeren Verweilen angeregt werden. M. Podany (in Siedlung & Landschaft 2006) beobachtete im Windpark Hellberge (Lk Dahme-Spreewald) im Laufe einer dreijährigen Untersuchung eine deutliche Zunahme von gezielten Jagdflügen der Fransenfledermäuse (*Myotis nattereri*) zu den Rohrtürmen der WEA in die offene Feldmark. Die „Flugstraßen im Bereich der WEA wurden 2004 und 2005 gegenüber 2003 ausgeweitet." Diese auch in diesem Gebiet normalerweise eng an Gehölzstrukturen jagende Art suchte die erwärmten Masten der WEA im Offenland auf, um an ihren vor allem in kühleren Nächten Insekten bis zu einer Höhe von 5 m zu erbeuten. Im Untersuchungszeitraum wurden an diesen WEA keine Schlagopfer der Fransenfledermaus registriert.

Die Artenzahl verunglückender Fledermäuse nimmt mit der Nähe der WEA zu Gehölzstrukturen zu (Dürr & Bach 2004), jedoch verunglücken nicht alle Arten gleich häufig. Es sind vor allem Vertreter der Gattungen *Nyctalus*, *Pipistrellus und Vespertilio*, die den größten Blutzoll zahlen, hingegen verunglücken Vertreter der Gattung *Eptesicus*, gemessen an ihrer Häufigkeit, relativ selten. Arten aus den Gattungen *Plecotus* und *Myotis* wurden bisher nur in wenigen Individuen und solche der Gattung *Barbastella* offenbar noch gar nicht gefunden. Es ist verblüffend, dass gerade solche Arten, von denen man annimmt, dass sie durchweg bodennah bzw. im Bereich der ausgeprägten Vegetation fliegen, trotzdem an WEA verunglücken, z. B. Wasserfledermaus (*Myotis daubentonii*), Teichfledermaus (*M. dasycneme*), Braunes Langohr (*Plecotus auritus*), Graues Langohr (*P. austriacus*), Mückenfledermaus (*Pipistrellus pygmaeus*). Wahrscheinlich entdecken die Fledermäuse die Masten der WEA auf ihren Jagdflügen, untersuchen dann den Mast und „steigen" dabei an ihm auf der Suche nach möglichen Quartieren oder anhaftenden Insekten in die Höhe. Auf Höhe der den Mast passierenden Rotorblätter dürfte es dann bei diesen „Erkundungsflügen" zu den überwiegend tödlichen Unfällen kommen. Die Tiere erhalten somit kaum eine Chance der rechtzeitigen Gefahrenerkennung.

6 Einfluss der Windgeschwindigkeit auf das Auftreten von Fledermäusen im Gondelbereich

Behr & von Helversen (2005) wiesen Flugaktivitäten von Zwergfledermäusen (*Pipistrellus pipistrellus*), Mückenfledermäusen (*P. pygmaeus*) und Kleinabendseglern (*Nyctalus leisleri*) im Gondelbereich von WEA bis zu einer Windgeschwindigkeit von >6 m/s nach. Brinkmann (2006) konnte diese Arten sogar bis zu einer Windgeschwindigkeit von 10,9

m/s im Gondelbereich von WEA nachweisen. Auch Sattler & Bontadina (2005) wiesen Fledermäuse bei Windgeschwindigkeiten von bis zu 9,5 m/s im Rahmen eines Tests mit Detektoren nach, die an einem Ballon befestigt in Gondelhöhe fixiert wurden. Diese Ergebnisse zeigen eine Möglichkeit auf, Fledermausverluste an WEA deutlich zu senken, ohne dabei auf die Nutzung der Windenergie vollends verzichten zu müssen.

Dass die zeitlich befristete Abschaltung von WEA in Nächten mit schwachem Wind tatsächlich zu einer Senkung der Fledermausverluste führt, konnte bereits bestätigt werden (Behr & von Helversen 2006 in Regierungspräsidium Freiburg 2006). Allerdings beziehen sich diese Untersuchungen überwiegend auf *P. pipistrellus*, die bei Windgeschwindigkeiten von >5,5 m/s nur ausnahmsweise im Gondelbereich der untersuchten WEA nachgewiesen wurde. Außerdem wurde das Ergebnis dieser Studie vom Auftraggeber angezweifelt (Vorwurf der Manipulation), so dass die Ergebnisse der Öffentlichkeit vorenthalten bleiben (Makowski briefl.). Die Ergebnisse lassen sich ohnehin nicht auf die Verhältnisse in Brandenburg übertragen, denn mit *N. noctula* dominiert in dieser Region eine wesentlich robustere Art den Luftraum in einer Höhe von >100 m. Es bleibt also zunächst weiterhin unklar, bis zu welchen Windgeschwindigkeiten die in Brandenburg regelmäßig anzutreffenden robusteren Arten *Nyctalus noctula*, *N. leisleri* und *Vespertilio murinus* sowie möglicherweise auch aktiv ziehende Individuen der Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) fliegen. Bisher gibt es allerdings noch keine Hinweise darauf, dass Fledermäuse bei Windgeschwindigkeiten ab 11 m/s noch in Gondelhöhe auftreten. Hierzu bedarf es dringend entsprechender Untersuchungen.

7 Einfluss von Gehölzstrukturen

Neben einer grundsätzlichen Einschätzung darüber, ob der Standort einer WEA konfliktträchtig ist (Lage innerhalb wichtiger Jagdgebiete, Zugkorridore, Quartiere o. ä.), finden sich auch Hinweise darauf, dass das unmittelbare Umfeld einer WEA Einfluss darauf nimmt, ob an ihr später regelmäßig und viele oder nur unregelmäßig und vereinzelt Fledermäuse verunglücken werden.

Dürr & Bach (2004) wiesen auf einen Zusammenhang zwischen der Anzahl von Todfunden und der Nähe der betreffenden WEA zu Gehölzstrukturen hin, der aus dem damals vorliegenden Fundmaterial abgeleitet wurde. Trotz einer verhältnismäßig geringen Stichprobe (44 auswertbare artbezogene Funde), wurden bereits einige artspezifische Unterschiede sichtbar. Arten der Gattung *Pipistrellus* wurden hauptsächlich an WEA gefunden, die relativ nah an solchen Strukturen errichtet wurden (Mittelwert bei etwa 50 m). *Nyctalus noctula* verunglückte hingegen am häufigsten an solchen WEA, die relativ weit von Gehölzstrukturen entfernt errichtet worden waren (Mittelwert bis 200 m). Von den Autoren wurde deshalb angenommen, dass ein Abstand von 150 m plus Rotorradius ausreichen könnte, um Fledermausverluste an WEA wesentlich zu reduzieren.

Bisher gab es in Brandenburg keine verbindliche Abstandsregelung für WEA zu Leitlinienstrukturen. Einerseits auf der Datenbasis von Dürr & Bach (2004), andererseits aber auch auf der Auswertung der aktuellen Fundmeldungen basierend, kann als fachliche Empfehlung für einen Abstand von WEA zu Gehölzstrukturen 150 m (plus Rotorradius) empfohlen werden. Das entspricht bei den bisherigen Rotorlängen einem Korridor von etwa 190-200 m.

Im Rahmen einer Studienjahresarbeit der Humboldt-Universität Berlin (Bengsch 2006) wurden die Fledermausverluste (n = 123) an insgesamt 126 WEA im Havelland näher untersucht. Die Ergebnisse dieser Arbeit scheinen die grundsätzlichen Aussagen von Dürr & Bach (2004) im Wesentlichen zu bestätigen. Auch hier wurden die meisten Fledermäuse (90 %) an solchen WEA gefunden, die relativ nah (max. 200 m) von Gehölzstrukturen entfernt errichtet worden waren. Es besteht deshalb kein Zweifel mehr daran, dass das Schlag-

risiko umso höher ist, je näher eine WEA an einer Gehölzstruktur errichtet wird. Im Umkehrschluss lässt sich bei Berücksichtigung eines etwa 150-200 m breiten Korridors entlang solcher Strukturen das Schlagrisiko, mit Ausnahme des Zuggeschehens, auf Zufallsniveau reduzieren. Noch genauere Aussagen bleiben allerdings einer weiteren Datensammlung und späteren Auswertungen vorbehalten.

8 Einfluss der Leuchtbefeuerung

STARIK (2006) und BENGSCH (2006) ermittelten im Rahmen ihrer Studienjahresarbeiten anlagentypspezifische Unterschiede in Bezug auf das Kollisionsrisiko von Vögeln und Fledermäusen an WEA. Es konnten keine gravierenden Unterschiede zwischen WEA, die nachts nicht befeuert wurden (<100 m Gesamthöhe) und solchen, die nachts befeuert wurden (ab 100 m Gesamthöhe), festgestellt werden. Allerdings gibt es berechtigte Hinweise anzunehmen, dass die Art und Weise der Befeuerung die Zahl der verunglückenden Fledermäuse beeinflusst. An jenen WEA, die nämlich mit blitzartigem Stroboskoplicht befeuert wurden, waren nach einer ersten Analyse die Verluste etwa fünffach höher als an WEA mit einer gedimmten Befeuerung. Möglicherweise liegt hierin eine Chance, Fledermausverluste künftig noch stärker zu reduzieren. In wieweit hier denkbare standortspezifische Einflüsse das Ergebnis beeinflussen, soll im Rahmen weitergehender Untersuchungen näher ergründet werden.

9 Diskussion

Um die Zusammenhänge zwischen der Häufigkeit des Auftretens von Fledermäusen im bodennahen und bodenfernen Luftraum und dem tatsächlichen Gefährdungsrisiko am selben Standort erkennen zu können, bedarf es noch umfangreicher Begleituntersuchungen. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, schnellstmöglich fundiertes Material zum artbezogenen Auftreten von Fledermäusen in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit im Gondelbereich von WEA zusammenzutragen. Ähnlich sieht es gegenwärtig mit der Kenntnis um unterschiedliche Auswirkungen einiger technischer Parameter aus (Leuchtbefeuerung, Rohrturm- oder Gittermastbauweise, Gesamthöhe >140 m), während Erkenntnisse zum Einfluss von Rotordurchmesser, niedrigstem Rotorflügelpunkt und Gesamthöhe (<150 m) sowie des Standortes der WEA bereits Anhaltspunkte zur Konfliktträchtigkeit solcher WEA geben (s. DÜRR & BACH 2004). Diese Ergebnisse könnten dazu beitragen, auch während festgesetzter Abschaltzeiten eine annähernd konfliktarme Nutzung der Windenergie zu ermöglichen. Auf diese Weise könnte ein vertretbarer Kompromiss gefunden werden, der es ermöglicht, bei einer weiteren Forcierung der Windenergienutzung die Belange des Fledermausschutzes ausreichend zu berücksichtigen, denn das Gefahrenpotential für ziehende Fledermäuse ist durch eine ungünstige Ausrichtung vieler Windeignungsgebiete und die sich dadurch entfaltende kumulative Wirkung möglicherweise bereits hoch.

Als besonders kritisch sind in aller Regel Standorte mit einem hohen oder äußerst hohen Konfliktpotenzial einzuschätzen. Das ist vor allem der Fall im Wald, in Parks, Feldgehölzen oder ähnlichen Strukturen, in unmittelbarer Nähe von Alleen, Baumreihen und Hecken, in der Nähe von Gewässern jeglicher Art, aber auch in Gewerbegebieten, vor allem in solchen mit einem hohen Anteil von Ruderalflächen, wärmespeichernden Betonflächen und üppiger nächtlicher Straßen- und Gebäudebeleuchtung, an oberirdischen Deponien, entlang von Autobahnböschungen und in allen Gebieten, in denen konzentriert Fledermauszug stattfindet. Ferner hat sich gezeigt, dass auch kleinere, meist nur wenige Hektar umfassende, von Wald oder anderen Gehölzen umschlossene Freiflächen häufig vollständig als Jagdhabitat von Fledermäusen genutzt werden. Aus artenschutzfachlicher Sicht kann im Sinne einer Konfliktvermeidung der Bau von WEA an solchen, besonders kritischen Standorten, zu denen auch die unmittelbare Nähe von besonders individuenreichen Quartieren zu zählen ist, nicht empfohlen werden.

Danksagung

Für die Bereitstellung von Informationen und Anregungen sowie wertvolle Diskussionsbeiträge, die vor allem in die Bewertungsmaßstäbe dieser Arbeit einflossen, sei an dieser Stelle vor allem L. BACH, M. GÖTTSCHE, A. HAGENGUTH, U. HOFFMEISTER, G. NESSING, G. PELZ, S. PETRICK und J. TEUBNER sowie einer Vielzahl von Kolleginnen und Kollegen gedankt. Dank für die mühselige Feldarbeit und die aufwändige Durchforstung der Datenbank gebührt vor allem N. STARIK und S. BENGSCH.

Zusammenfassung

Vor dem Hintergrund, dass globaler Umweltschutz nicht aus Gründen der wirtschaftlichen Windausbeute zu lasten des Artenschutzes erfolgen muss, werden Möglichkeiten aufgezeigt, unnötige Fledermausverluste durch WEA deutlich zu reduzieren bzw. zu vermeiden. Dies ist dringend erforderlich, weil, wie eine modellhafte Berechnung für Brandenburg zeigt, bereits die Anordnung der Windeignungsgebiete für Fledermäuse mit Zugrichtung von Nordost nach Südwest, auf etwa 57 % der Landesfläche Barrierewirkung entfalten könnte. Unklar bleibt nach wie vor eine Reihe von Faktoren, die bei den einzelnen Arten zu Unfällen an WEA führten. Wesentlichen Einfluss auf die Reduzierung von Fledermausverlusten nimmt eine ausführliche Standortvoruntersuchung. Vor allem die Nähe der WEA zu Gehölzstrukturen, offenbar aber auch die Art der Leuchtbefeuerung (vor allem blitzartiges Stroboskoplicht) scheinen die Höhe von Fledermausverlusten an WEA wesentlich zu beeinflussen. Nach fachlicher Einschätzung besteht besonders während der Quartiererkundungsphase (Mitte Juli bis Anfang August) und während des Herbstzuges (Anfang August bis Anfang Oktober) ein besonders hohes Unfallrisiko für Fledermäuse an WEA, während es von Ende Mai bis Anfang Juli gering zu sein scheint. Mehrere Punkte unterstreichen vor allem den besonders hohen Gefährdungsgrad der fernziehenden Arten Großer und Kleiner Abendsegler (*Nyctalus noctula*, *N. leisleri*), Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) und Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*) durch WEA, denn

1. auf diese vier Arten entfallen etwa 80 % aller in Brandenburg dokumentierten Verluste,
2. während des Zuges treten die o. g. und einige weitere Arten auch außerhalb von Gehölzstrukturen in der offenen Landschaft und in größeren Höhen (weit >50 m) auf,
3. etwa 90 % dieser Tiere verunglücken während der Quartiererkundungs-, Balz- und Paarungszeit sowie während des Herbstzuges, d. h. zwischen Mitte Juli und Anfang Oktober – diese Zeit ist, zumindest bis Anfang September, überwiegend windarm und damit auch relativ ertragsarm für Windkraftbetreiber.

Für 69 von 444 beantragten WEA (15,5 %), die in Brandenburg an kritischen Standorten mit mittleren bis hohen Flugaktivitäten errichtet werden sollten, wurden tages- und jahreszeitlich befristete Abschaltzeiten zum Schutz von Fledermäusen festgelegt. Erste Ergebnisse von Untersuchungen zum Einfluss der Windgeschwindigkeit auf das Auftreten von Fledermäusen im Gondelbereich deuten an, dass es alternative Möglichkeiten zu vollständigen Abschaltzeiten gibt.

Als Fazit aus den Erkenntnissen, dass sich Fledermausverluste durch Einhalten eines Abstandes von 150 m plus Rotorradius von sämtlichen Gehölzstrukturen zum Mastfuß von WEA mit Ausnahme des Zuggeschehens auf Zufallsniveau reduzieren lassen und dass die meisten Verluste in einem engen Zeitfenster auftreten, ergeben sich zwei Möglichkeiten, den Schutz vor Schlagopfern von Fledermäusen an WEA wesentlich zu verbessern:

1. **Einhalten eines Abstandes von 150 m plus Rotorradius, was bei den derzeit gängigen Anlagentypen etwa 190 bis 200 m Abstand zwischen Mastfuß und entsprechenden Strukturen, d. h. zu allen Gehölz- und Gewässerstrukturen, entspricht,**
2. **Anwendung von betriebsbedingten Abschaltzeiten bei >1,33 Flugaktivitäten je Stunde und Standort (ermittelt mit stationären Horchboxen).**

Summary

Methods to reduce bat casualities at wind turbines in Brandenburg

Against the background that global environmental protection should not be persuaded against the goals of species protection for the sake of economical gain, the author shows possibilities to reduce or avoid bat casualities by wind turbines. This is urgently needed since the establishment of areas for potential wind farms within the 5 regional plans of Brandenburg, and taking into account the cumulative effects of those wind parks on each other, these will establish a barrier for bats migrating from the northeast to the southwest on 57.2 % of the surface of Brandenburg. A number of factors leading to casualities at wind turbines remain unclear. An intensive site selection has however major influence on the reduction of bat casualities. Mainly the proximity of wind turbines to vegetation structures (maximally 150 m plus blade radius), but also the illumination type (mainly flashing stroboscope light), seems to have an influence on the amount of bat casualities at wind turbines. According to our estimation, there is a high risk of collision for bats during the phases of roost investigation (mid July to beginning of August) and during the autumn migration (beginning of August until beginning of October), whereas risks seem to be low from end of May to beginning of July. Several factors underline the elevated risk by wind turbines for migrating species such as common noctules (*Nyctalus noctula*), Leisler's bats (*Nyctalus leisleri*), Nathusius' bats (*Pipistrellus nathusii*) and parti-coloured bats (*Vespertilio murinus*):

1. About 80 % of all bat casualities in Brandenburg cover these four species.
2. During migration, the above mentioned species as well as some other species also fly high above vegetation structures and occur in open landscapes in hights well above 50 m.

3. About 90 % of all bats are killed during the phase of roost investigations, during the mating period and during the autumn migration (i. E. during mid-July to beginning of October); this period is usually less windy and therefore not very profitable for wind companies.

For 69 out of 444 requested wind turbines (15,8 %) which were to be positioned at critical sites with medium and high flight activities, disconnecting times were fixed, limited on the time of day or season. First results of our research on the influence of wind speed on the presence of bats around nacelle height indicate that there are alternative possibilities to the complete stop of the wind turbines.

As a result from the finding that bat casualities can be reduced to a rather accidental level – with the exception of migration time – by keeping a distance of 150 m plus blade radius from the tower to every vegetation structure, two possibilities to reduce bat casualities at wind turbines arise:

1. **Keeping a distance of 150 m plus blade radius, which corresponds actually to 190 to 200 m, from the tower to every vegetation structure, i. e. to all wood and water elements.**
2. **Using disconnecting times at bat activities of more than 1.33 flight activities per hour and site (to be estimated by stationary bat detectors).**

Schrifttum

AHLÉN, I. (2002): Fladdermöss och fåglar dödade av vindkraftverk. Fauna & flora **97** (3), 14-21.

- (2004): Wind turbines and bats – a pilot study. Final report 11 december 2003. Unveröff. Schr. an Swedish National Energy Administration.

BACH, L., & RAHMEL, U. (2004): Überblick zu Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse – eine Konfliktabschätzung. Bremer Beitr. z. Vogelkd. **7**, Themenheft, 245-252.

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 Univ. Erlangen-Nürnberg (38 pp.).

-, & - (2006): Gutachten zur Beeinträchtigung im freien Luftraum jagender und ziehender Fledermäuse durch bestehende Windkraftanlagen. Wirkungskontrolle zum Windpark Roßkopf (Freiburg i. Br.) im Jahr 2005. Unveröff. Gutachten Univ. Erlangen-Nürnberg (38 pp.).

BENGSCH, S. (2006): Fledermäuse im Konflikt mit der Windenergie. Kollisionsopfer an Windenergieanlagen der Nauener Platte in Brandenburg. Studienjahresarbeit. Humboldt-Univ. Berlin (54 pp.).

BRINKMANN, R. (2006): Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg i. Br. Bericht i. A. Regierungspräsidium Freiburg. Stiftung Naturschutz Fonds Baden-Württemberg (Nr. 0410 L; 66 pp.).

DÜRR, T., & BACH, L. (2004): Fledermäuse als Schlagopfer von Windenergieanlagen – Stand der Erfahrungen mit Einblick in die bundesweite Fundkartei. Bremer Beitr. z. Vogelkd. **7**, Themenheft, 253-265.

EU (2006): Guidance document on the strict protection of animal species of community interest provided by the ‚Habitats' Directive 92/43/EEC, DRAFT-VERSION **5** (April 2006) (66 pp.).

HAENSEL, J., & SÖMMER, P. (2002): Taggreifvögel erbeuten Fledermäuse und Flughunde – Versuch einer Gesamtübersicht – und neueste Erkenntnisse zur Fledermausjagd der schnellsten Falken in Deutschland. Orn. Jber. Mus. Heineanum **20**, 99-141.

HENSEN, F. (2004): Gedanken und Arbeitshypothesen zur Fledermausverträglichkeit von Windenergieanlagen. Nyctalus (N.F.) **9**, 427-435.

PODANY, M. (2006) in: Siedlung & Landschaft: WP Hellberge – Langzeitmonitoring Avifauna und Chiropterenfauna 2001 und 2003 bis 2005. Endbericht. Unveröff. Studie i. A. Energiequelle GmbH, Kallinchen (p. 35-50).

Regierungspräsidium Freiburg (2006): Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse. Ergebnisse aus dem Regierungsbezirk Freiburg mit einer Handlungsempfehlung für die Praxis. Broschüre, gefördert durch Stiftung Naturschutzfonds Baden-Württemberg (11 pp.).

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.).

SÖMMER, P., & HAENSEL, J. (2003): Fledermäuse als Beute von Taggreifvögeln – überraschende Befunde besonders für die beiden schnellsten deutschen Falkenarten. Nyctalus (N.F.) **9**, 61-78.

STARIK, N. (2006): Vögel im Konflikt mit der Windenergienutzung. Studienjahresarbeit. Humbuldt-Univ. Berlin (52 pp.).

TRAXLER, A., WEGLEITNER, S., & JAKLITSCH, H. (2004): Vogelschlag, Meideverhalten und Habitatnutzung an den bestehenden Windkraftanlagen Prellenkirchen – Obersdorf – Steinberg/Prinzendorf. Endbericht 2004. Studie i. A. Amt der NÖ Landesregierung St. Pölten, dvn naturkraft, St. Pölten, WEB Windenergie, Pfaffenschlag u. WWS Ökoenergie Obersdorf (106 pp.).

TOBIAS DÜRR, Landesumweltamt Brandenburg, Staatliche Vogelschutzwarte Buckower Dorfstraße 34, D-14715 Nennhausen OT Buckow

Nyctalus (N.F.), Berlin **12** (2007), Heft 2-3, S. 253-276

Zur Fledermausfauna auf der Vorhabensfläche des geplanten Windparks Kablow bei Berlin*

Von Joachim Haensel, Berlin

Mit 10 Abbildungen

1 Vorbemerkungen

1.1 Zum geplanten Bauvorhaben - ein Überblick

Im NO von Kablow, einem südöstlich von Berlin bei Königs Wusterhausen (Land Brandenburg) gelegenen Ort, ist ein Windpark mit 12 Windenergieanlagen (WEA) geplant. Bisher steht eine Anlage, die etwa 1998 errichtet wurde (Abb. 1). Die vorhandene Anlage repräsentiert noch einen recht kleinen Typ, doch die in Planung befindlichen WEA sollen erheblich größer (= höher) und bedeutend leistungsfähiger werden (s. Velser & Wetzig 2004), und auch das Ausmaß der Versiegelung ist beträchtlich (Tab. 1).

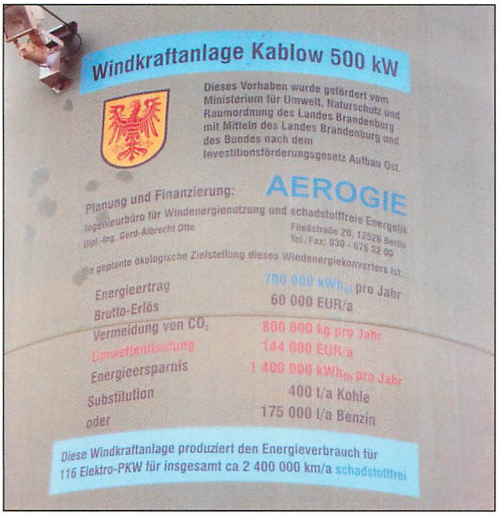


Abb. 1. Beschriftung der Windenergieanlage Kablow. Wie nicht anders zu erwarten fehlt ein Hinweis auf die Gefahren, die durch WEA für Vögel und Fledermäuse ausgehen. Alle Aufn.: Dr. Joachim Haensel.

Tabelle 1. Abmessungen der bestehenden (1) und der geplanten (11) WEA im Windeignungsgebiet Kablow Nordost (W01) und Versiegelungsumfang des Bauvorhabens

Parameter	bestehende Anlage	geplante Anlagen
Typ	ENERCON	ENERCON
Kurzbezeichnung	E 40	E 66
Nabenhöhe	65 m	114 m
Rotordurchmesser	40 m	70 m
Gesamtanlagenhöhe	85 m	149 m
Neuversiegelung		
(vollversiegelt)		3.124 m²
(teilversiegelt)		21.206 m²

1.2 Zum Vorkommen von Fledermäusen im Untersuchungsgebiet (UG) Kablow

Zum Vorkommen von Fledermäusen im Zusammenhang mit der geplanten Errichtung des Windparks Kablow Nordost (W01) hat es bisher bereits eine spezielle Untersuchung (UVU von Illig et al. 2004) gegeben. Ferner liegt eine fachliche Stellungnahme vor (Deckert 2004). Die hiermit vorgelegte Arbeit stützt sich komplett auf eigene Erhebungen, ohne daß die bisher in diesem Raum geleisteten fachlichen Vorarbeiten außer acht gelassen werden. Die frühere Analyse beschäftigte sich einerseits mit dem Gelände der eigentlichen Vorhabensfläche, andererseits aber, und zwar

* Nach einem Gutachten; Veröffentlichung in gekürzter Form mit freundlicher Genehmigung der Auftraggeber: Lutz u. Babette Grebenstein/Kablow.

zum überwiegenden Teil (!), mit der Umgebung in einer Tiefe bis zu 2 km um die äußeren Grenzen des Vorhabensgebietes. Die eigenen Erhebungen konzentrierten sich stattdessen auf die Vorhabensfläche (Standorte der bestehenden und der geplanten WEA) mit unmittelbarer Randzone, weil die Gefahren durch die WEA für die Fledermausfauna vorrangig für die Individuen wirksam werden, die direkt auf dieser Fläche aktiv sind: zur Nahrungssuche, bei Durchflügen von den Quartieren in die Nahrungsgebiete und umgekehrt, bei Gastrollen während der Migrations- sowie zu Beginn der Überwinterungsphase.

2 Material und Methode

Bei den Untersuchungen kam die Detektor-Methode (mit D 940 und D 100 der Fa. Pettersson) unter Berücksichtigung von Sichtbeobachtungen (mit Scheinwerfer-Unterstützung) zur Anwendung. Die Methode richtet sich im wesentlichen nach den Vorgaben von SKIBA (2003). Die Details, die wegen des erheblichen Textumfangs hier nicht wiederholt werden können, sind nach dem zitierten Gutachten (HAENSEL & HAENSEL 2006) nachvollziehbar.

Im Anhang zu diesem Gutachten befindet sich eine minutiöse Aufstellung aller Daten zu den festgestellten Fledermäusen. Insgesamt wurden von Juni bis Oktober 2006 88 Freilandstunden aufgewendet.

3 Gebietsbeschreibung

Das Vorhabensgebiet des Windparks Kablow NO befindet sich im Dreieck der Ortschaften Kablow – Kablow-Ziegelei – Dannenreich (MTBQ 3648-SW Zernsdorf). Es handelt sich um ein ebenes bis welliges, nach Westen und Süden leicht abfallendes, offenes Gelände, in dem sich zum Teil bestellte, teils brachgefallene Ackerflächen (Abb. 2, 3) sowie, besonders auf den westlichen Niederungsflächen, auch Grünland in unterschiedlichem Pflegezustand befinden. Das Vorhabensgelände ist vollkommen von Wäldern/Forsten mit eingebetteten Ortschaften eingerahmt. Kiefern als starkes Stangen- bis mittleres Baumholz dominieren. Stellenweise finden sich Mischbestände vor allem mit Eichen. In die Offenflächen springen einige Gehölzstreifen und –inseln sehr weit vor und prägen das Landschaftsbild; sie sind für die Fledermäuse, aber auch für die übrige Fauna von besonderem Wert.



Abb. 2. In die Offenflächen bei Kablow vorspringendes Feldgehölz, davor brachliegendes Ackerland mit hochgewachsenen Gräsern und Wildkräutern. Im Hintergrund rechts, eben noch erkennbar: Waldkante der fast das gesamte UG einschließenden Kiefernforste. Bevorzugtes Jagdgebiet von Abendseglern, die nicht selten massenweise über den z. T. stillgelegten Flächen erscheinen.



Abb. 3. Abgeerntete Getreidefläche mit einigen noch nicht abgefahrenen Strohrollen. Links ein vorspringendes Feldgehölz mit hohem Kiefernanteil, im Hintergrund die Waldkante. Bevorzugtes Jagdgebiet von Abendseglern (wie Abb. 2).

Das Vorhabensgebiet wird von einer Landstraße (Kablow – Dannenreich), einem geschotterten Fahrweg (Kablow – Kablow-Ziegelei), einem Waldweg (Kablow-Ziegelei – Dannenreich) und mehreren Feldwegen durchschnitten bzw. begrenzt. Von diesen Feldwegen verläuft einer in Ost-West-Richtung und zwei erstrecken sich in Nord-Süd-Richtung. Die Landstraße von Kablow nach Dannenreich wird von lückig stehenden alten Obstbäumen (Reste des ehemaligen Straßenobstbaus) begleitet. Die Feldwege sind baum- und gebüschfrei, der am weitesten im Westen gelegene kommt aus dem Wald, streift ein Gehölz und durchquert ein zweites, das besonders weit in die Feldmark vorspringt.

Im Westen (hinter der Straße Kablow – Kablow-Ziegelei liegt in einer Senke, eingebettet in ein naturnahes Waldgelände, ein langgezogenes kleines Standgewässer („Drachensee"). Ansonsten ist die weitere Umgebung des UG gewässerreich, denn im Osten, Süden und Westen befindet sich im Hinterland eine Kette von Feuchtgebieten, Fließ- und Standgewässern. Die gestaffelt angeordnete Kombination von Offenland – Wäldern – Gewässern prägt das Landschaftsbild und ist die Basis für die überdurchschnittlich artenreiche Fauna.

4 Fledermaus-Schlagopfer durch Windenergieanlagen - ein Überblick nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand*

Erst vor relativ kurzer Zeit (Mitte bis Ende der 1990er Jahre) wurde ansatzweise erkennbar, daß durch WEA Verluste an Vögeln (Vogelschlag) eintreten. Es war jedoch überhaupt nicht abzusehen - nicht einmal andeutungsweise (!) -, daß dies auch die Fledermäuse betrifft (Dürr 2001, 2002, Trapp et al. 2002). Aus Australien (Hall & Richards 1972) und den USA (Osborne et al. 1996) lagen jedoch einige alarmierende Berichte über Fledermäuse als WEA-Schlagopfer vor.



Abb. 4. Die Umgebung der WEA Kablow war 2006 größtenteils stark bewachsen, was die Suche nach Fledermaus-Schlagopfern beeinträchtigte. Im Hintergrund die Baumbestände der Landstraße nach Kablow, dahinter die obligatorische Waldkante.

Die ersten Nachrichten aus Deutschland stießen anfangs bei den Betreibern und Planern solcher Anlagen auf Skepsis und Zweifel bis hin zu unsachlichen, selbst heute noch nicht völlig verstummten Bemerkungen wie: „untergeschobene Verluste", „absichtlich von Fledermausschützern hingelegte Tiere" ...; hierzu gibt es übrigens etliche Internetberichte. Allenthalben, auch seitens der Biologen wie der Naturschützer, herrschte Ratlosigkeit, was die Genehmigungsbehörden mit betraf. In der Forschung existierte keinerlei Vorlauf; denn unter anderem

- war kaum etwas darüber bekannt, inwieweit die offenen Landschaften, in die die WEA meist hineingestellt werden, überhaupt von Fledermäusen frequentiert werden,

- war unbekannt (und das ist auch jetzt noch kaum anders), in welcher Höhe sich die verschiedenen Arten im Luftraum bewegen, dort der Nahrungssuche nachgehen oder während der Migrationszeiten aktiv sind**,

- war unbekannt (und dies ist auch jetzt kaum anders), ob Fledermäuse ihren Beutetieren,

* Stand 07.08.2007, d. h. nachträglich aktualisiert

** Anmerkung: Das ändert sich gegenwärtig, denn die ersten diesbezüglichen Arbeiten befinden sich i. ds. Ausgabe im Druck: Grunwald et al. (2007), Haensel (2007).

Tabelle 2. Fledermausverluste an Windenergieanlagen in Deutschland (Stand vom 07.08.2007)*

	Deutschland / Bundesländer**														
Art***	BB	SAH	SN	TH	MVP	HB	SH	NDS	NRW	RP	HS	BW	SL	BY	ges.
Rfer															0
Rhip															0
Nnoc	**127**	**7**	**85**	**7**	**6**	**2**	**5**		**3**					**1**	**243**
Nlas															0
Nlei	**9**	**2**	**4**	**1**					**3**			**16**			**35**
Eser	**6**		**7**				**1**		**2**			**1**			**17**
Enil			**1**												**1**
Vmur	**8**		**11**	**5**							**1**	**2**			**27**
Mmyo			**1**												**1**
Mdas							**1**								**1**
Mdau	**1**				**1**		**1**								**3**
Mbra		**1**													**1**
Mmys															0
Mema															0
Mnat															0
Mbec															0
Ppip	**25**	**2**	**27**	**4**			**6**	**1**	**3**	**1**		**101**			**170**
Pnat	**72**	**6**	**54**	**14**	**1**		**9**	**1**	**1**		**1**				**159**
Ppyg	**6**	**3**	**3**	**1**											**13**
Pkuh															0
Pspc	**3**						**1**					**4**			**8**
Hsav		**1**													**1**
Paus	**5**		**1**												**6**
Paur				**1**	**1**										**2**
Bbar															0
Tten															0
Msch															0
Chsp	**3**	**2**	**9**	**1**						**2**		**1**			**18**
ges.	**265**	**24**	**203**	**34**	**9**	**2**	**24**	**2**	**12**	**3**	**2**	**125**	**0**	**1**	**706**

* Die hiermit unterbreitete offizielle Statistik des LUA Brandenburg weist darüber hinaus die in anderen Staaten in Europa und Übersee eingetretenen WEA-Schlagopferverluste aus, auf deren Wiedergabe an dieser Stelle verzichtet werden kann.

** Es fehlen Angaben über WEA-Fledermausverluste aus Berlin und Hamburg (denn dort sind bisher keine WEA vorhanden)

Verzeichnis der Bundesländer:

BB - Brandenburg
SAH - Sachsen-Anhalt
SN - Sachsen
TH - Thüringen
MVP - Mecklenburg-Vorpommern
SH - Schleswig-Holstein
NDS - Niedersachsen
NRW - Nordrhein-Westfalen
RP - Rheinland-Pfalz
HS - Hessen
BW - Baden-Württemberg
SL - Saarland
BY - Bayern
HB - Hansestadt Bremen

*** Verzeichnis der in Deutschland nachgewiesenen Fledermausarten:

Rfer - *Rhinolophus ferrumequinum* (Gr. Hufeisennase)
Rhip - *Rhinolophus hipposideros* (Kl. Hufeisennase)
Nnoc - *Nyctalus noctula* ([Großer] Abendsegler)
Nlas - *Nyctalus lasiopterus* (Riesenabendsegler)
Nlei - *Nyctalus leisleri* (Kleinabendsegler)
Eser - *Eptesicus serotinus* (Breitflügelfledermaus)
Enil - *Eptesicus nilssonii* (Nordfledermaus)
Vmur - *Vespertilio murinus* (Zweifarbfledermaus)
Mmyo - *Myotis myotis* ([Großes] Mausohr)
Mdas - *Myotis dasycneme* (Teichfledermaus)
Mdau - *Myotis daubentonii* (Wasserfledermaus)
Mbra - *Myotis brandtii* (Große Bartfledermaus)
Mmys - *Myotis mystacinus* (Kleine Bartfledermaus)
Mema - *Myotis emarginatus* (Wimperfledermaus)
Mnat - *Myotis nattereri* (Fransenfledermaus)
Mbec - *Myotis bechsteinii* (Bechsteinfledermaus)
Ppip - *Pipistrellus pipistrellus* (Zwergfledermaus)
Pnat - *Pipistrellus nathusii* (Rauhhautfledermaus)
Ppyg - *Pipistrellus pygmaeus* (Mückenfledermaus)
Pkuh - *Pipistrellus kuhlii* (Weißrandfledermaus)
Pspc - *Pipistrellus* spec. (unbestimmbare Art der Gattung *Pipistrellus*)
Hsav - *Hypsugo savii* (Alpenfledermaus)
Paus - *Plecotus austriacus* (Graues Langohr)
Paur - *Plecotus auritus* (Braunes Langohr)
Bbar - *Barbastella barbastellus* (Mopsfledermaus)
Tten - *Tadarida teniotis* (Bulldoggfledermaus)
Msch - *Miniopterus schreibersii* (Langflügelfledermaus)
*Ch*sp - *Chiroptera* spec. (unbestimmbare Fledermausart)

wie z. B. manche Vogelarten (Schwalben, Segler), bei bestimmten Wetterlagen bzw. bei starkem Insektenflug in die Höhe folgen,

- war unbekannt (und dies ist auch gegenwärtig kaum anders), ob Fledermäuse in größeren Höhen, als es bisher angenommen wurde, Quartiere beziehen bzw. kurzzeitig Unterschlupf suchen (z. B. in den Nabengehäusen der WEA),

- war unbekannt, obwohl eigentlich auf der Hand liegend, ob Fledermäuse die sich ihnen während des Fliegens mit hoher Geschwindigkeit (200 km/h und mehr) von der Seite her nähernden Rotorblätter orten können.

Verluste an Fledermäusen durch WEA sind nicht nur aus Deutschland bekannt, sondern auch aus anderen Ländern Europas (Österreich, Portugal, Spanien, Frankreich, Schweden, neuerdings auch aus Kroatien) und aus Übersee (s. o.) – alle Angaben nach DÜRR 2002, 2004).

Seit Ende der 1990er Jahre sind zunächst auf theoretischer Basis (RAHMEL et al. 1999), später aufgrund konkreter Untersuchungen und Funde (meist als Ergebnis von Ermittlungen im Rahmen von Gutachter-Erhebungen: BACH 2001, KUGELSCHAFTER & DEMANT 2002, BACH & RAHMEL 2004 u. a.) folgende Konfliktfelder zwischen WEA und Fledermäusen erkannt worden:

- direkte Kollisionen von Fledermäusen mit WEA (Fledermausschlag),
- Gondeln bzw. Nabengehäuse der WEA als Fallen für Fledermäuse,
- Verluste an Jagdhabitaten durch Bau- und Erschließungsmaßnahmen für WEA,
- Meidung von Jagdhabitaten durch die Fledermäuse infolge des Betreibens der WEA.

Die neuerdings im Rahmen der Genehmigungsverfahren (betrifft Neuanlagen von Windparks, aber auch Erweiterungen und Modernisierungen bereits bestehender Windparks) erteilten Auflagen zur Untersuchung der Fledermausfauna in einem Umkreis von 1000 m (von den äußeren Anlagen-Standorten aus gerechnet) sollen dazu dienen, das bereits bestehende oder ein zu erwartendes Konfliktpotential WEA – Fledermäuse schon im Vorfeld zu erkennen und Möglichkeiten zur Vermeidung bzw. für angemessene Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen vorzuschlagen.

Als besonders konfliktreich gelten unter anderem folgende Umstände:

- Nabenhöhe der geplanten oder der bestehenden WEA zu hoch bzw. zu gering (je nach der Höhe, in der die Aktivitäten der Fledermäuse erfolgen),
- Rotorblattspitzen reichen bis weit zum Boden herab,
- Rotorblattspitzen reichen bis in die Nähe von Gehölzstrukturen (Waldränder, Alleen, Baum- bzw. Gebüschzeilen),
- Jagdräume, besonders von hoch jagenden Arten (z. B. Abendsegler), sind direkt bedroht,
- WEA befinden sich oder sind geplant in Gebieten mit starken Migrationserscheinungen von weit wandernden Fledermausarten.

Laut der aktuellen, vom LUA Brandenburg geführten Statistik der WEA-Schlagopfer (Tab. 1) sind sowohl im Land Brandenburg als auch in den anderen Bundesländern die fernwandernden Arten Abendsegler und Rauhhautfledermaus, aber auch die weit überwiegend standortgebundene Zwergfledermaus unter Einschluß der nicht näher determinierbaren *Pipistrellus* spec. (letztere Individuen sind vermutlich den drei Arten der Gattung *Pipistrellus*: Rauhhaut-, Zwerg- und Mückenfledermaus zuzuordnen) am häufigsten als WEA-Schlagopfer tot aufgefunden worden. Des weiteren gehören die fernwandernden Arten Kleinabendsegler und Zweifarbfledermaus zu den öfter unter WEA entdeckten Schlagopfern, bis zu einem gewissen Grade auch die höchstens als wanderfähig zu deklarierende Breitflügelfledermaus. Damit zeichnet sich ab, daß nicht alle Fledermausarten durch das Betreiben von WEA in gleichem Maße extrem

gefährdet sind, sondern in erster Linie die hoch fliegenden bzw. jagenden und darunter besonders die fernwandernden Arten.

Ganz wichtig ist die Aussage, in welchen Monaten die Totfunde der Fledermäuse unter den WEA anfallen (Tab. 2). Leider ist diesbezüglich nur ein Teil von allen in Deutschland gesammelten Fledermaus-WEA-Schlagopfern zuzuordnen gewesen. Jedoch wird bereits erkennbar, daß es zeitlich einen Schwerpunkt gibt, in dem die Mehrzahl der WEA-Schlagopfer gefunden worden ist. Es handelt sich um den Zeitraum von Anfang August (I. bis III. Dekade) bis Mitte September (I. und II. Dekade), in dem 64,8 % (D) bzw. 73,5 % (BB) aller Totfunde angefallen sind. Vermutlich müssen auch noch die III. Sept.- sowie die I. Okt.-Dekade dazugerechnet werden; der Gesamtprozentsatz steigt dann sogar auf sehr beachtliche 70,5 % (D) bzw. 80,4 % (BB)! Allerdings ist die Periode von Ende September bis Anfang Oktober in den Vorort-Recherchen (WEA-Absuche) bisher noch zu sehr vernachlässigt worden.

Die statistisch unterlegten Verlust-Bilanzen, insbesondere die zeitliche Einordnung und die konkrete Untersuchung von Fledermaus-Schlagopfern erlauben inzwischen Aussagen zu den Ursachen für die Verluste durch WEA.

Tabelle 3. Fledermaus-Totfunde unter Windenergieanlagen – eine Zeitanalyse* (nach dem Stand vom 07.08.2007)

Art**	Jan		Feb		Mär		Apr		Mai		Jun		Jul		Aug		Sep		Okt		Nov		Dez		Sa.
	A	M E	A	M E	A	M E	A	M E	A	M E	A	M E	A	M E	A	M E	A	M E	A	M E	A	M E	A	M E	
Nnoc					1			2		1	1	1	1	4	10	18	26	13	20	13	1	6		1		1			120
Pnat							2	2	2	1				1	1	2	5	21	18	21	1	4							81
Ppip									1				1	4	2	46	10	14	10	14	2	3	2	2					111
Pspc														1			1	1			1								4
Vmur										1				1		1		2	1	2		1							9
Nlei																4	5	5	5			2		1					22
Eser												1			2	3	1	1											8
Ppyg																4		4											8
Mdau											1			1		1													3
Mdas																			1										1
Mbra					1																								1
Paur																	1												1
Paus																			1	1	2	1							5
Chsp																1			1		1	1							4
Sa.	-	- - - - - - - -	2	-	2	4	3	2	1	2	-	2	2	12	15	80	49	61	57	51	8	18	2	3	1	-	1	-	-	-	378

* Es wurden nur Fledermaus-Totfunde unter WEA aus Deutschland (meist aus Brandenburg stammend) berücksichtigt, die sich von den Funddaten her zeitlich exakt zuordnen ließen!
** Abkürzungen der Fledermausarten s. Tab. 2.

A. Bei den unter den WEA gefundenen toten Fledermäusen handelt es sich, entgegen bisher mehrfach geäußerter Vermutungen, nur zum Teil um Jungtiere, die soeben oder erst vor kurzem selbständig geworden sind. Während adulte, also des Gebietes kundige Fledermäuse bei ihren Jagdflügen (und solche betrifft es vorwiegend) die in Betrieb befindlichen Anlagen offensichtlich genau kennen und respektieren, kann dies für ihren Nachwuchs nicht geltend gemacht werden.

B. Kollisionsgefahr mit WEA besteht nach der Verluststatistik (Tab. 1) vor allem für die 4 fernwandernden Fledermausarten (die Zuordnung der Mückenfledermaus ist noch offen, s. u.). Von 706 WEA-Schlagopfern sind wenigstens 464 den Fernwanderern zuzuordnen (= 65,7 %). Da aber von den nicht determinierten und deshalb lediglich als *Pipistrellus* spec. oder *Chiroptera* spec. ausgewiesenen Totfunden mit Sicherheit ein Teil den Rauhhautfledermäusen oder anderen Fernwanderern zuzurechnen ist, liegt die Verlustrate der Fernwanderer hö-

her (vermutlich bei wenigstens 65 %). Die Verluste unter den Fernwanderern sind leicht zu erklären: Diese Tiere müssen weite Entfernungen durch völlig unbekanntes Gelände zurücklegen und geraten deswegen zwangsläufig in Konfliktsituationen mit den für sie unbekannten, plötzlich „im Wege stehenden" WEA.

C. Die inzwischen deutlich erkennbare zeitliche Zuordnung von rund 65 % aller Totfunde in die eigentliche Migrationsperiode (Tab. 2), einer Zeitspanne, in der nicht nur die Fernwanderer, sondern auch die standortgebundenen bzw. die wanderfähigen Fledermäuse hoch aktiv sind (nicht zuletzt wegen der in diese Periode fallenden Paarungs-, Schwärm- und Quartiererkundungsaktivitäten), ermöglichen seit kurzem das konkrete Ausweisen von Zeitschienen.

D. Die Fernwanderer unter den Fledermäusen sind durch die WEA besonders gefährdet, weil sie sich nicht nur durch unbekanntes Gelände bewegen müssen, sondern weil sich außerdem rund 50 % Nachwuchstiere unter ihnen befinden (s. Abs. A).

E. Die Diskussionen, wie die Fledermäuse an den WEA zu Tode kommen, sind noch heftig im Gange (BACH et al. [mündl.], HENSEN 2004 u. a.). Neben echtem Schlag (direkte Kollisionen mit den Rotoren) kommt aber auch in Betracht, daß die Tiere Luftverwirbelungen ausgesetzt sind und dadurch (unverletzt!) im Schockzustand zu Boden fallen. So sind wiederholt tote Fledermäuse ohne (äußerlich) sichtbare Verletzungen unter WEA gefunden worden, vereinzelt aber auch noch lebende, auf dem Rücken liegende, die beim Bergen spontan (eigene Erfahrungen mit einem Abendsegler, der am 03.10.2004 gegen 17.30 Uhr – noch bei Tageslicht! – unter einer WEA lag und nach dem Aufheben wegflog, HAENSEL 2004, 2007).

Die Suche nach Fledermaus-Schlagopfern gestaltet sich vielfach schwierig, weil die Umgebung des Mastfußes oft stark bewachsen ist. Das galt auch für die WEA bei Kablow (Abb. 4). Die Wahrscheinlichkeit, tote Fledermäuse aufzufinden, konnte deshalb dort nur mit >30 % eingestuft werden!

5 Frühere Daten zum Vorkommen von Fledermäusen im UG Kablow

Die einzigen (?) Angaben zum Vorkommen von Fledermäusen im Vorhabensgebiet (UG umfaßte 2000 m im Umkreis um die geplanten WEA-Standorte) stammen aus dem Zeitraum von April bis September 2003, erhoben von Frau Dr. GISELA DECKERT (Kallinchen). Die bei dieser Gelegenheit gesammelten „Sichtnachweise wurden durch den Einsatz eines Bat-Detektors unterstützt; nach Fledermausquartieren wurde nicht gesucht."

Die in die UVU (2004) eingeflossenen Freilanddaten des Jahres 2003 bezogen sich auf lediglich 4 Arten: Breitflügel-, Wasserfledermaus, (Großer) Abendsegler und Zwergfledermaus. Die einzelnen Angaben sind in Auszügen aus dem Beobachtungsprotokoll im Anhang der UVU aufgelistet, außerdem, unter Berücksichtigung der Jagdräume, in einer Karte dargestellt.

Unter Pkt. 2.5 „Schutzgut Chiropterenfauna" wurden die Fledermausdaten kurz ausgewertet:

„Der **Große Abendsegler** jagt im zentralen Teil der Vorhabensfläche. In der Abenddämmerung konnten Ende Juni 51 und Mitte Juli 40 Ex. gezählt werden. Nach dem Abernten der Felder wurden bei größerer Trockenheit maximal 4 Ex. beobachtet. Mehrmals flog ein Abendsegler bis etwa 50 m an das Windrad heran, mied aber seine Nähe. Es läßt sich schlußfolgern, daß sie sich von der schon vorhandenen WEA fernhalten. Sie nähern sich dieser in unterschiedlichen Flughöhen höchstens bis auf 60 m...

Der nordwestliche Bereich des geplanten Windparks wird von der **Breitflügelfledermaus** als Jagdgebiet genutzt. Mitte Juli wurden bis zu 25 Ex. registriert.

Bis zu 10 Individuen der **Zwergfledermaus** wurden entlang der Waldränder an der Westseite der Vorhabensfläche sowie in der Siedlung Kablow-Ziegelei beim Jagen beobachtet...

Nur im NSG „Skabyer Torfgraben" kommt die **Wasserfledermaus** vor. 5 Ex. wurden gezählt."

Nach den für die Brandenburg/Berliner Fledermaus-Landesfauna entwickelten MTBQ-Verbreitungskarten (LUA/NABU 2006) sind für den MTBQ 3648-SW folgende Arten ausgewiesen:

Wasserfledermaus	sF
Breitflügelfledermaus	Wst
Zweifarbfledermaus	sF
Zwergfledermaus	sF
Rauhhautfledermaus	sF
Braunes Langohr	WQu
Graues Langohr	WQu

Wst - Wochenstubenquartier; WQu - Winterquartier; sF - sonstiger Fund

Diese Angaben fußen z. T. auf der faunistischen Veröffentlichung von PELZ (2002). In der Säugetierfauna für den ehemaligen DDR-Bezirk Potsdam (DOLCH 1995) wird für MTB-Quadrant 3648-SW nur die Wasserfledermaus mit einem „sonstigen Fund" angegeben!

Erstaunlich: Der im Gebiet dank der optimalen Lebensräume beinahe lückenlos anzutreffende Abendsegler wird für MTBQ 3648-SW überhaupt nicht erwähnt, was nur auf einem Irrtum beruhen kann. Dies deutet aber auch darauf hin, daß sich bisher niemand wirklich mit den Fledermausvorkommen im Raum Kablow beschäftigt hat und die bisherigen wenigen Daten eher zufällig zustande gekommen sind; dafür spricht die bei den meisten Arten zu findende Angabe „sF" = sonstiger Fund", was auf gelegentliche Totfunde zurückzuführen sein dürfte.

6 Aktuelle Daten zum Vorkommen der Fledermäuse im UG

6.1 Wasserfledermaus (*Myotis daubentonii*)

Die Wasserfledermaus konnte nur am „Drachensee", ferner im NSG Skabyer Torfgraben stellenweise über dem breiten Wassergraben und über dem Flußlauf der Dahme jeweils beim Jagen angetroffen werden (höchstens bis zu 2 Ex. an einer Stelle). Es ist davon auszugehen, daß in den angrenzenden Wäldern mehrere (?) Wochenstubengesellschaft leben. Über den Offenflächen im UG konnte *M. daubentonii* nicht festgestellt werden. Trotzdem ist die Art anderswo (z. B. im Raum Ketzin: eig. Befunde) weitab von Gewässern angetroffen und in Netzen gefangen worden. Deshalb kann nicht ausgeschlossen werden, daß sich unter den an verschiedenen Stellen im Umfeld der vorhandenen WEA nachgewiesenen *Myotis*-Individuen auch Wasserfledermäuse befunden haben.

Wasserfledermaus - Gefährdung durch WEA

Die Wasserfledermaus bewegt sich bei Jagdflügen in der Regel dicht (wenige Zentimeter) über der Wasseroberfläche bzw. über dem Boden, konnte aber über Waldwegen auch schon in einer Höhe zwischen 1 und 6 m mit feinen Puppenhaar- bzw. Japannetzen gefangen werden (BRINKMANN 2003). Im allgemeinen fliegt *M. daubentonii* nicht in die offene Landschaft hinaus. Sie folgt bei Flügen von den Tageseinständen in die Jagdterritorien und umgekehrt sowie bei Jagdgebietswechseln vorhandenen Baum- und Gebüschzeilen, Alleen und anderen Vegetationsstrukturen und könnte demzufolge theoretisch (!) auch im UG nicht mit den WEA auf Kollisionskurs geraten.

In der zentralen Fundkartei der WEA-Schlagopfer (Tab. 2) taucht die Wasserfledermaus nur mit 1 Ex. (= 0,4 %) für das Land Brandenburg und mit 3 Ex. (= 0,6 %) für ganz Deutschland auf. [Anmerkung: Der Grund, warum Kollisionen von Wasserfledermäusen

mit WEA passieren, ist bis jetzt selbst für ausgewiesene Fachleute nicht erklärbar, aber offenbar schrauben sich gelegentlich (?) einzelne (?) Tiere doch in größere Höhen hinauf (vgl. HAENSEL 2007)].

Beurteilung: Wasserfledermäuse sind durch WEA nach dem bisherigen Stand der Kenntnis nur geringgradig gefährdet.

6.2 Bartfledermäuse (*Myotis brandtii* oder *M. mystacinus*)

Bartfledermäuse konnten fast regelmäßig über dem Fahrweg von Kablow nach Kablow-Ziegelei jagend angetroffen werden. Die Artbestimmung mußte offen gelassen werden, da die beiden Zwillingsarten nach den Detektor-Aufzeichnungen nicht unterscheidbar sind. Auch die Herkunft der Tiere ist unklar. Wahrscheinlich stammen sie aus einem der umliegenden Orte, vielleicht sogar aus Kablow-Ziegelei (dort ggf. Quartier einer Wochenstubengesellschaft?).

Bartfledermäuse: Gefährdung durch WEA

Es gilt prinzipiell das bei der Wasserfledermaus zum Ausdruck gebrachte, auch wenn sich *M. mystacinus*/*M. brandtii* bei ihren Flugbewegungen und Jagdaktivitäten – insgesamt betrachtet als sehr strukturgebundene Arten – in etwas höheren Regionen (in der Hauptsache aber dennoch nur um 3-5 m über dem Boden) bewegen.

Im offiziellen WEA-Schlagopferverzeichnis (Tab. 2) sind die Bartfledermäuse für das Land Brandenburg nicht, für ganz Deutschland lediglich mit 1 Ex. (= 0,4 %) erwähnt.

Beurteilung: Bartfledermäuse sind durch WEA nach dem bisherigen Stand der Kenntnisse kaum gefährdet.

6.3 *Myotis* spec. (artmäßig nicht zuzuordnende Individuen der Gattung *Myotis*)

Wiederholt stellten wir Individuen fest, die sich zwar gattungs-, aber nicht artmäßig zuordnen ließen, was für bis zu 50 % von Detektor-Aufzeichnungen durchaus normal ist. Es besteht der Verdacht, daß sich darunter Wasser-, vielleicht auch Fransenfledermäuse (*Myotis nattereri*) – für letztere Art liegt aus dem UG kein Nachweis vor – befunden haben könnten. *M. nattereri* wird zwar in der Stellungnahme von DECKERT (2004) für das UG erwähnt, fehlt aber in der alle Daten bis 2005 akkumulierenden MTBQ-Kartierung (LUA/NABU 2006) für MTBQ 3648-SW. Vom Lebensraum her – ausgedehnte Wälder mit Althölzern sind reichlich vorhanden – ist das Vorkommen von *M. nattereri* zu erwarten!

Myotis-Arten: Gefährdung durch WEA

Das bereits bei der Wasserfledermaus und den Bartfledermäusen Ausgeführte trifft auch für alle anderen *Myotis*-Arten zu. Sie jagen selten im völlig offenem Gelände und fliegen dort nach unseren Erfahrungen auch weniger durch, folgen allenfalls Leitlinien (Alleen, Baum- und Gebüschzeilen, Waldrandlagen) während der Jagdgebietswechsel.

Im Verzeichnis der WEA-Schlagopfer (Tab. 2) tauchen 3 unbestimmte Fledermäuse (= 1,1 %) für das Land Brandenburg und 18 Ex. (= 2,5 %) für ganz Deutschland auf; es ist jedoch keinesfalls sicher, ob es sich dabei überhaupt um Angehörige der Gattung *Myotis* gehandelt hat.

Beurteilung: WEA sind – wenn man von einigen Ausnahmen absieht – für *Myotis*-Arten weitestgehend als ungefährlich bzw. als geringgradig gefährlich zu betrachten (s. Wasserfledermaus).

6.4 (Großer) Abendsegler (*Nyctalus noctula*)

Verblüffend ist das im UG zeitweise geradezu massenhafte Auftreten von Abendseglern zu sehr intensiven, aber meist nicht länger als 20-30 min während der Dämmerungsphase andauernden Jagdflügen über dem gesamten Bereich der Offenflächen mit den Waldrandzonen – d. h. über der gesamten eigentlichen Vorhabensfläche und darüber hinaus!! Wir stellten bis über 100 Ex. (Höhepunkte: 29.06., 23.07. und 21.09.2006; an letzterem Tage schon Zugerscheinungen!) jagend fest (Abb. 5, 6). DECKERT (2004) zählte bis 51 Ex. (Höhepunkte: 25.06. und 14.07.2003). Die der UVU (2004) beigegebene Karte gibt die wahre Ausdehnung der Aktivitätszone nicht annähernd real wieder.

Während sich die massenhafte Anwesenheit jagender Tiere mitten im UG auf die beginnende Dunkelheit beschränkte, ist die Art später, auch mitten in der Nacht, im gleichen Gebiet nur hin und wieder mit einzelnen Individuen vertreten. Die Abendsegler verteilen sich anscheinend nach dem anfänglich konzentrierten Jagen über eine viel größere Fläche, oder sie legen nach der Sättigung Ruhepausen ein. Das UG fungiert wie ein zentraler Anlaufpunkt, aber nicht an allen Sommer- und Herbstabenden! Optimale Abendsegler-Jagdabende erwiesen sich als warm, nahezu windstill und regenfrei.

Die Abendsegler fliegen aus Richtung N bzw. NW in das ausgedehnte Nahrungsgebiet (bearbeitete bzw. bestellte Äcker, brachliegende Felder, Grünland) ein, und zwar unter Einbeziehung der Waldrandlagen und der z. T. weit in die Offenflächen hineinragenden Gehölze (Abb. 6). Aufgrund der Anflugrichtungen ist davon auszugehen, daß sich in den riesigen Waldflächen diesseits und jenseits der BAB 12 (nördlich davon ehemalige Sperrgebiete) mehrere Wochenstubengesellschaften

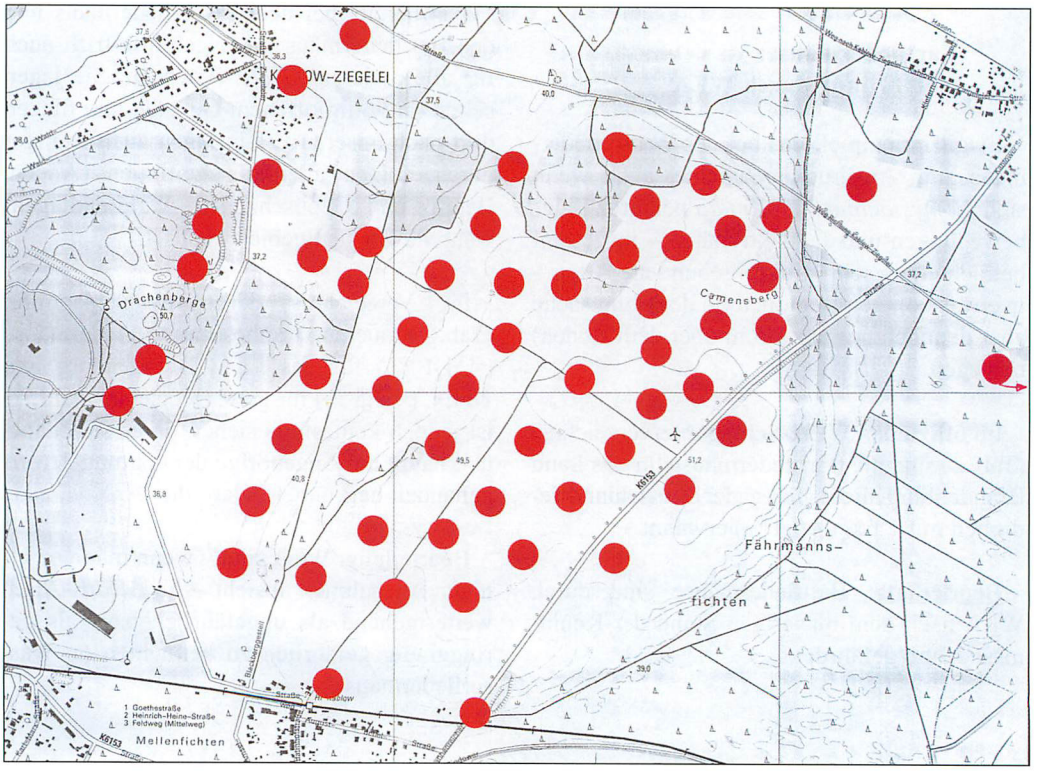


Abb. 5. Abendsegler. Nahezu gleichmäßig über das gesamte UG Kablow verteilte Nachweispunkte, das Territorium absteckend, in dem Abendsegler der Jagd nachgingen; keine quantitative Aussagen zulassend.

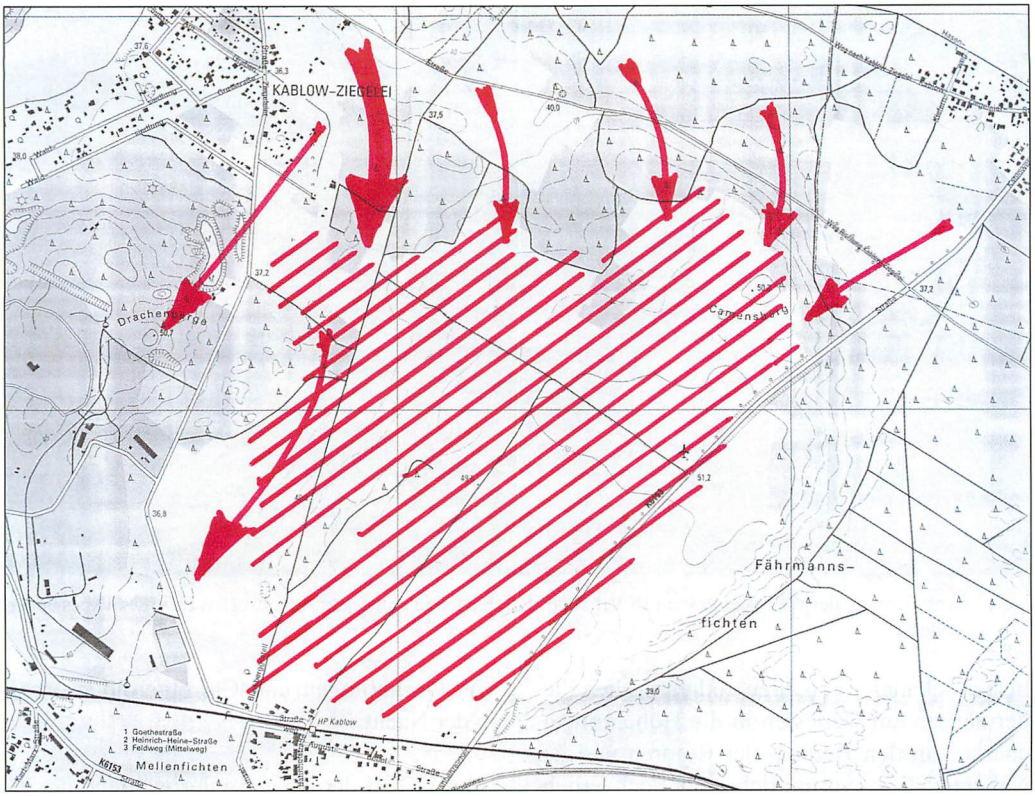


Abb. 6. Abendsegler. Wie Abb. 5, Nachweise jedoch konkreten Aktivitäten zugeordnet: Jagdgebiet mit tageweise massenhaftem Auftreten (schraffiert), Anflug- sowie Durchflugrichtungen (normale Pfeile), Hauptanflugrichtung (starker Pfeil).

etabliert haben. Das UG übt eine sehr große Anziehungskraft auf die Abendsegler aus, was wohl vor allem am Nahrungsreichtum liegt.

Das UG dient aber nicht nur als Jagdterritorium für *N. noctula*, sondern wird, vor allem in seinem Westteil, zum Überfliegen in andere Jagdgebiete genutzt. Diese nur durchfliegenden Abendsegler bewegen sich, teilweise in besonders großer Höhe, immer wieder zum Fang eines Beutetiers aus der Flugbahn kurz ausscherend, sehr schnell über das UG hinweg und verschwinden in Richtung SO bis SW.

(Großer) Abendsegler: Gefährdung durch WEA

Unter der vorhandenen WEA lag am 14.07.2006 ein toter Abendsegler (Abb. 7): UA 50,5 mm, sex. ? (mumifiziert, hat ca. 8-10 Tage – große Trockenheit! – am Boden gelegen); tiefer Einriß in Flughaut am rechten Flügel; lag 7,5 m südlich vom Mastfuß; Belegstück weitergeleitet an das LUA Brandenburg für die zentrale Kartei.

Der Abendsegler ist im zentralen Register der WEA-Schlagopfer (Tab. 2) mit 127 Totfunden (= 47,9 %) für das Land Brandenburg und mit 243 Totfunden (= 34,4 %) für ganz Deutschland vertreten. Dieser hohe Anteil ist damit zu begründen, daß die Art beinahe grundsätzlich sehr hoch (in der Regel über 10 m, meist über den Baumkronen, nicht selten sogar noch erheblich darüber – nach BRINKMANN [2004] und GEBHARD [1997] in Höhen von 300-500 m) fliegt und jagt (am Tage [!] nach Baumwanzen und Schwebfliegen, s. GEBHARD 1997). In diesem Zusammenhang werden ganz regelmäßig auch offene und damit weitgehend ausgeräumte Landschaften aufgesucht. Seine Aktivitäten reichen – soweit



Abb. 7. Unter der WEA Kablow am 14.VII.2006 als Schlagopfer entdeckter Abendsegler; Lage des Tieres unverändert.

bisher bekannt – von allen einheimischen Fledermäusen am weitesten in die Höhe, mit Sicherheit in den Bereich der Rotoren und der Nabengehäuse, vermutlich aber noch erheblich höher hinaus (an bzw. jenseits der Grenzen der visuellen Erkennbarkeit [ohne Fernglas]. Dafür gibt es Bestätigungen einerseits durch Ornithologen in Zusammenhang mit Vogelzugbeobachtungen, anderseits durch Falkner anläßlich von Beizflügen, z. B. mit abgetragenen Wanderfalken, die am helllichten Tage jagende und ziehende Abendsegler in großer Höhe verfolgten und erbeuteten (Haensel & Sömmer 2003, Sömmer & Haensel 2003). Übrigens, Tageszug scheint beim Abendsegler im Herbst regelmäßig vorzukommen (Haensel 2004 u. a.).

Brinkmann (2003) führt zum Flugverhalten von *N. noctula* aus: „Arten ... [er bezieht sich hierbei außerdem auf Kleinabendsegler, Breitflügel- und Zweifarbfledermaus] ... fliegen relativ hoch und schnell, z. T. auch völlig im freien Luftraum, orientieren sich aber dennoch häufig an Strukturen, z. B. an einem Waldrand." Der Abendsegler ist ein Fernwanderer (Heise & Blohm 2004, Steffens et al. 2004, Hutterer et al. 2005), und zwar am Tage (inzwischen belegen dies etliche Beobachtungen von Ornithologen und Chiropterologen) und in der Nacht.

Im UG ist der Abendsegler während der eigentlichen Fortpflanzungszeit ganz regelmäßig vertreten; dies ist damit zu begründen, daß sich in den umliegenden Waldgebieten, vor allem im Norden und Nordwesten, mehrere Wochenstubenquartiere befinden müssen, von denen die Tiere abends zur Nahrungssuche aufbrechen. Das abendlich sehr frühe Erscheinen im UG (schon während der einsetzenden Dämmerung spricht dafür, daß sich die Quartiere ganz in der Nähe befinden.

Beurteilung: Der (Große) Abendsegler ist durch WEA generell am stärksten von allen einheimischen Fledermausarten gefährdet; dies ist statistisch abgesichert. Die größten Gefahren bestehen, auf das UG bezogen, einerseits während der Fortpflanzungsperiode (wegen der Nähe der Quartiere zu den geplanten WEA), wobei der eben selbständig gewordene, noch völlig unerfahrene Nachwuchs besonders stark bedroht ist, andererseits während der Migrationsperiode vor allem in den Monaten (Ende Juli) August und September (wohl aber auch noch bis Anfang/Mitte Oktober), weniger im Frühjahr (April

und Mai), was für das UG sehr wahrscheinlich, aber viel schwieriger nachweisbar ist. (Anmerkung: Der Zug erfolgt in großer Höhe und damit [teilweise] außerhalb der Reichweite von Detektoren [!]; er konzentriert sich anscheinend auf wenige Tage/Nächte, vielleicht sogar auf wenige Stunden, wobei kaum bemerkbarer, da zu hoch vonstatten gehender Tageszug bei *N. noctula* zur Normalität gehört.)

6.5 Kleinabendsegler (*Nyctalus leisleri*)

Nur einmal am NSG Skabyer Torfgraben vor den grabenbegleitenden Baumreihen (vorwiegend Pappeln) in Kronenhöhe bzw. knapp unterhalb davon in typischer Weise jagend, dabei auf- und abfliegend. Vermutlich handelte es sich immer um dasselbe Individuum. Schlußfolgerungen zum Vorkommen in der Region sind daraus nur schwerlich zu ziehen; möglicherweise war es ein in der Nähe Quartier besitzendes Männchen.

Kleinabendsegler: Gefährdung durch WEA

Flugverhalten s. unter (Großer) Abendsegler (Quelle: Brinkmann 2003), ob auch in Höhenlagen wie dieser fliegend und jagend, kann vermutet werden, ist aber unbewiesen. Fernwanderer (Fischer 1999, Hoch et al. 2005 u. a.).

Der Kleinabendsegler ist, ähnlich wie der (Große) Abendsegler, erheblich WEA-schlaggefährdet. In Brandenburg sind bisher 9 *N. leisleri* (= 3,4 %) als Opfer unter WEA gefunden worden. In allen Bundesländern zusammengenommen wurden insgesamt 35 Ex. (= 4,9 %) tot unter WEA entdeckt (Tab. 2).

Beurteilung: Da der Kleinabendsegler wesentlich seltener als seine größere Zwillingsart ist, muß davon ausgegangen werden, daß der Gefährdungsgrad von *N. leisleri* durch WEA genauso groß wie der von *N. noctula* ist.

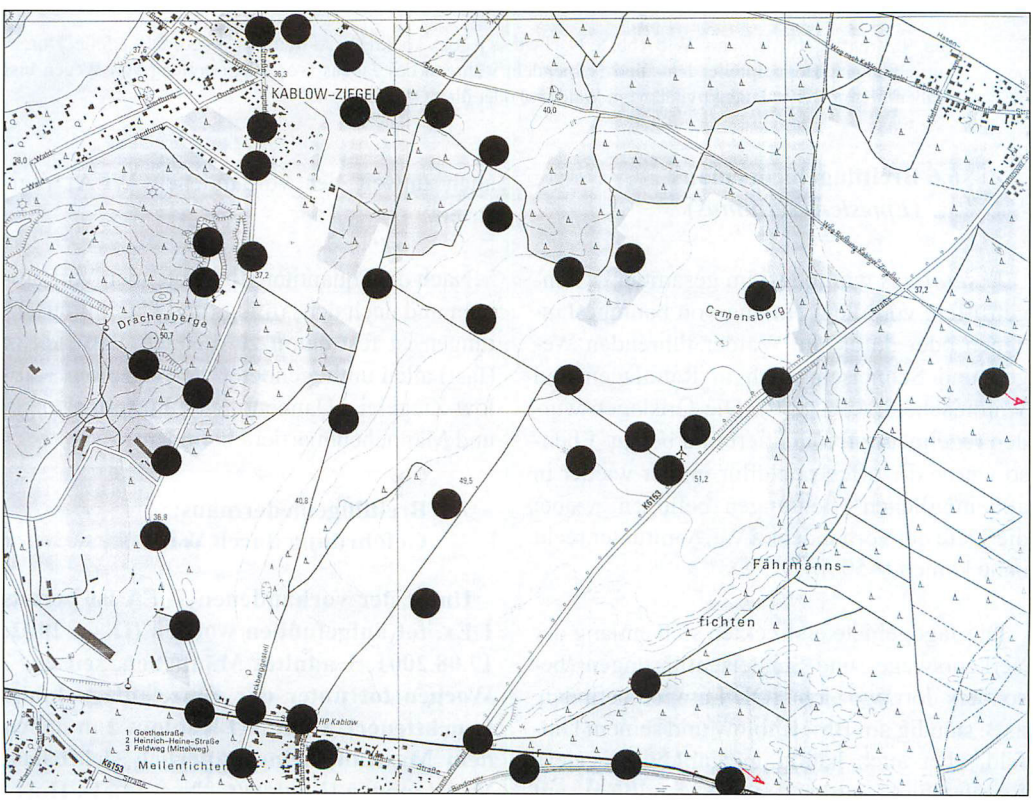


Abb. 8. Breitflügelfledermaus. Verteilung der Nachweispunkte über das UG Kablow.

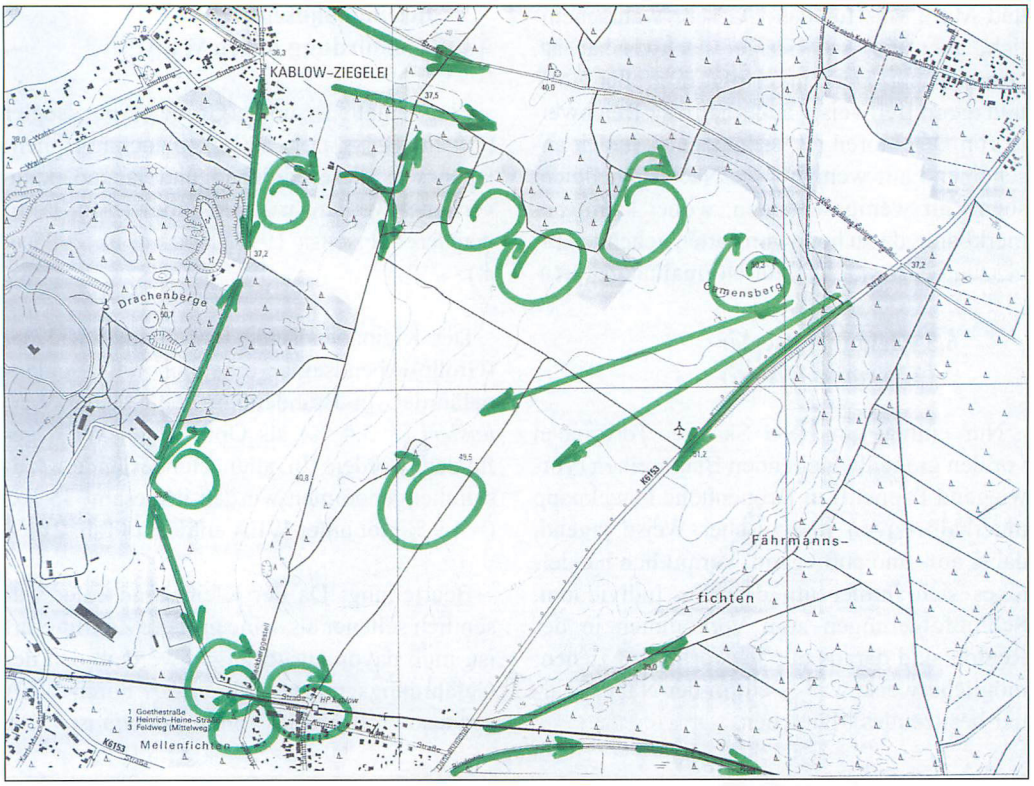


Abb. 9. Breitflügelfledermaus. Wie Abb. 8, Nachweise jedoch konkreten Aktivitäten zugeordnet. Pfeile: Durchflugrichtungen, Doppelpfeile: Hin- und Herpendeln während des Jagens (vor allem entlang von Wegen und Straßen), Kreispfeile: Jagdaktivitäten am Waldrand oder über Offenflächen.

6.6 Breitflügelfledermaus (*Eptesicus serotinus*)

E. serotinus wurde fast im gesamten UG angetroffen, vor allem entlang von baumbestandenen oder durch die Wälder führenden Wegen und Schneisen, auch in Randlagen und Waldnischen (Abb. 8, 9). Die Ortslagen wurden regelmäßig frequentiert und bejagt. Ebenso wurde die offene Feldflur immer wieder in alle möglichen Richtungen beflogen, wobei die Tiere der vorhandenen WEA mitunter recht nahe kamen (<50 m).

Die Jagdgebiete erstreckten sich entlang der Verkehrswege- und Schneisenführungen (besonders dort, wo sich HQL-Lampen befinden, z. B. ständig am Bhf. Kablow und seinem Umfeld, aber auch häufig in Kablow-Ziegelei). Regelmäßig wurden solche Jagdflüge auf Lichtungen und in Waldwinkeln, darunter auch unweit der vorhandenen WEA, registriert.

Nach dem quantitativ bedeutenden Vorkommen und nach den Anflug- und Durchflugrichtungen ist fest damit zu rechnen, daß sich in (fast) allen umliegenden Orten (Kablow, Kablow-Ziegelei, Dannenreich) Fortpflanzungs- und Männchenquartiere befinden.

Breitflügelfledermaus: Gefährdung durch WEA

Unter der vorhandenen WEA ist bereits 1 Ex. tot aufgefunden worden (DÜRR 2002: 17.08.2001, 1 adultes Männchen, seit ca. 2 Wochen tot unter der Einzelanlage [ohne Leuchtfeuer], 1 km NO Kablow, 2 m neben dem Mastfuß, keine äußerlich sichtbaren Verletzungen [Finder: G. NESSING, U. HOFFMEISTER].

Flugverhalten s. unter (Großer) Abendsegler (Quelle: BRINKMANN 2003). Nach einer Arbeit des gleichen Autors (2004) „jagen Breitflügelfledermäuse auch im freien Luftraum in mittleren bis großen Höhen (< 50 m, eig. Beob.), so daß sie prinzipiell durch WEA gefährdet werden können, wie auch einige Totfunde unter WEA belegen.

Im zentralen Register der WEA-Schlagopfer (Tab. 2) taucht *E. serotinus* für das Land Brandenburg nur mit 6 Totfunden (= 2,3 %) auf und für ganz Deutschland lediglich mit 17 Totfunden (= 2,4 %).

Beurteilung: Durch WEA ist die Breitflügelfledermaus statistisch zwar generell gefährdet, aber nicht in ganz so hohem Maße wie die beiden Abendseglerarten. Bei Untersuchungen a. a. O. hat sich herausgestellt, die ortsansässigen adulten (!) *E. serotinus* kennen und meiden Gefahrenquellen in ihren Jagdgebieten, doch ist davon auszugehen, daß den unerfahrenen Jungtieren die Voraussetzungen dafür noch fehlen und diese folglich am ehesten zu Opfern von WEA werden.

6.7 Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*)

Ob die im UG gelegentlich (nur gelegentlich?) auftauchenden und hier lokal jagenden Individuen aus der großen und einzigen südöstlich von Berlin bekannten Wochenstube in Eichwalde bei Berlin (> 30 km entfernt) stammen, ist zwar nicht völlig auszuschließen, aufgrund der großen Entfernung aber doch eher unwahrscheinlich. Es ist vielmehr anzunehmen, daß in den Ortschaften des näheren oder auch weiteren Umfeldes weitere Wochenstuben existieren, von denen einige Tiere bis hierher kommen. Des weiteren muß fest damit gerechnet werden, daß Zweifarbfledermäuse während der großräumig erfolgenden Migrationen das UG queren.

Die Nachweise jagender Individuen erfolgten – bei weitem nicht an jedem Kontrolltag! - in Kablow (Bahnhof) und Kablow-Ziegelei (Ziegeleier und Kablower Straße) jeweils über der HQL-Beleuchtung.

Zweifarbfledermaus: Gefährdung durch WEA

V. murinus zählt mit zu den durch WEA stark gefährdeten Fledermausarten. Das liegt daran, daß sie einerseits zu den Fernwanderern gehört (weitester Flug fast 1800 km vom ehemaligen Ostpreußen [Rybachy/Rossitten] nach Süd-Frankreich, MARKOVETS et al. 2004) und andererseits – wohl weniger bei der Jagd, aber während der Migration (s. HAENSEL 2007) – sehr hoch fliegt. Dadurch gerät sie auf jeden Fall in den Bereich der WEA-Rotoren.

Obwohl *V. murinus* den in Deutschland eher seltenen, stellenweise sogar sehr seltenen Fledermausarten zuzurechnen ist, steht sie immerhin im Register der WEA-Schlagopfer mit 8 Ex. (= 3,0 %) für das Land Brandenburg und mit 27 Ex. (= 3,8 %) für das gesamte Deutschland zu Buche (Tab. 2).

Beurteilung: Die Zweifarbfledermaus wird durch die WEA erheblich bedroht. Bis jetzt ist zwar *V. murinus* nur während der Sommermonate, nicht dagegen während des Zuges für das UG nachgewiesen, aber mit Durchzug (schwer zu belegen, da sich kurzzeitig und kaum vorhersehbar abspielend) ist fest zu rechnen.

6.8 Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*)

P. pipistrellus wurde im gesamten UG registriert, vor allem entlang von baumbestandenen oder durch den Wald führenden Wegen und Schneisen. Ganz regelmäßig werden die Ortslagen beflogen, vor allem Kablow-Ziegelei, wo zahlreiche Individuen an den Straßenlampen, an manchen Tagen geradezu bestandsbildend (nur dazwischen mal die eine oder andere *E. serotinus*, an einigen Tagen vereinzelt auch *V. murinus*) jagen. Auch die offene Feldflur wurde immer wieder in alle möglichen Richtungen durchquert, wobei sich die Tiere auch direkt unter der vorhandenen WEA bewegten und dort an einigen Tagen verstärkt jagten (Abb. 10).

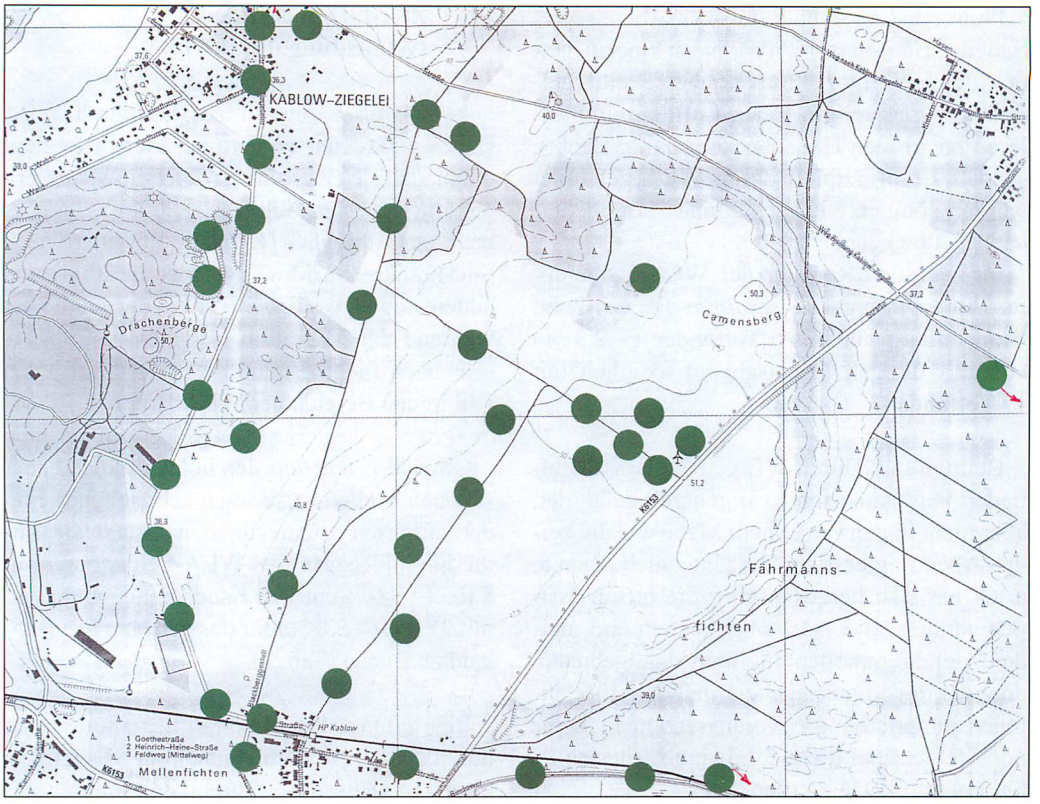


Abb. 10. Zwergfledermaus. Verteilung der Nachweispunkte mit Konzentration entlang von Wegen und Straßen, sogar ohne Baum- oder Gebüschbestände (!), aber auch um die vorhandene WEA.

Die Jagdgebiete erstrecken sich wie bei *E. serotinus* entlang der Wege- und Schneisenführungen (am intensivsten an Standorten von HQL-Lampen). Im Gegensatz zu *E. serotinus* konnte *P. pipistrellus* aber nicht auf Lichtungen und in Waldwinkeln jagend beobachtet werden, statt dessen jedoch regelmäßig mitten in der Feldflur sogar entlang von Feldwegen ohne Baum- oder Gebüschreihen oder Einzelbäume! Solche Jagdflüge von bis zu 3 Ex. gleichzeitig fanden unter anderem ganz in der Nähe der vorhandenen WEA statt. Übrigens, die Tiere kamen dabei dem Beobachter in Kopfhöhe bis auf wenige Zentimeter nahe.

Die vielen im Vorhabensgebiet jagenden Zwergfledermäuse könnten einer oder mehreren Wochenstubenquartieren entstammen, die sich in Kablow-Ziegelei, aber auch in anderen Orten bzw. Einzelgehöften im Umfeld des UGs befinden.

Zwergfledermaus: Gefährdung durch WEA

Zum Flugverhalten – sich dabei gleichzeitig auf die Rauhhautfledermaus beziehend – führt BRINKMANN (2003) aus: „Fliegen bevorzugt in der Nähe und im Windschutz von Vegetationsstrukturen, Flug überwiegend Leitlinien folgend (teilweise abhängig von Licht und Wind: in der Dunkelheit weiter weg von den Strukturen, aber immer noch den Leitlinien folgend, bei Wind dichter an der Leitstruktur fliegend). Flüge bevorzugt entlang von Hecken und Alleen, aber auch mal quer über das offene Feld." Zu möglichen Flughöhen wird in diesem Zusammenhang nichts ausgesagt; an anderer Stelle schließt BRINKMANN (2004) nicht aus, daß Zwergfledermäuse „auf großräumigen Transferflügen auch in größeren Höhen als bei der Jagd fliegen und somit prinzipiell durch WEA gefährdet werden könnten." Nach eigenen Erfahrungen im Berliner Stadtgebiet sind

Wohnungseinflüge in Mietshäuser bis in die 5., einmal sogar in der 12. Etage nachgewiesen, d. h. Flugbewegungen bis über die 25m-Grenze, selten darüber sind in der Vertikalen bestätigt (HAENSEL 2007).

Die Zwergfledermaus taucht im zentralen WEA-Schlagopferverzeichnis mit 25 Totfunden (= 9,4 %) für das Land Brandenburg auf und mit 170 Totfunden (= 24,1 %) für Gesamtdeutschland (Tab. 2). Es ist weitgehend unbekannt, wie die normalerweise in Höhen von nur 2 bis 5 m über dem Boden fliegenden und jagenden *P. pipistrellus* in den Bereich der Rotorblätter bzw. der Naben/Nabengehäuse gelangen.

Beurteilung: Im Zeitraum von Mai bis Okt. 2006, d. h. während der ganzen Fortpflanzungszeit sowie in einem Teil der herbstlichen Schwärm-, Erkundungs- und Migrationsphase (*P. pipistrellus* ist – auch nach umfangreichen eigenen Befunden – im wesentlichen standortgebunden, wechselt deshalb von den Sommer- zu den Winterquartieren und umgekehrt kaum über Entfernungen von mehr als 50 km) konnten im UG keine Flugbewegungen erkannt werden, die auf mögliche Konfliktsituationen mit der vorhandenen WEA hingedeutet hätten. Das beruht nicht zuletzt darauf, daß mit dem Bat-Detektor vom Boden aus nicht nachweisbar ist, ob sich Zwergfledermäuse in Höhe der Rotorblätter aufhalten. (*P. pipistrellus* ist definitiv über Distanzen von mehr als 30-40 m nicht mehr mit Detektoren, auch nicht mit den besten Modellen, zuverlässig zu orten.) Deshalb besteht für diese Art nach dem inzwischen auch durch eigene Daten untersetzten Flugverhalten ein statistisch gut abgesicherter, beträchtlicher Gefährdungsgrad durch WEA.

6.9 Mückenfledermaus (*Pipistrellus pygmaeus*)

55er *Pipistrellus* konnten insgesamt nur zweimal registriert werden; da auch Zwergfledermäuse gelegentlich Sonarlaute im 55 kHz-Bereich von sich geben, ist ein zweimaliger Nachweis noch kein absolut zuverlässiger Beleg dafür, daß die Art im UG wirklich ansässig ist.

Mückenfledermaus: Gefährdung durch WEA

Über die Biologie und Ökologie der erst vor wenigen Jahren beschriebenen Mückenfledermaus ist wenig bekannt, und das gilt gleichermaßen für die Verbreitung im Raum südöstlich von Berlin. (Der Verbreitungsschwerpunkt liegt im Norden und Nordosten des Landes Brandenburg.) Es wird allenthalben davon ausgegangen, daß die biologischen Daten weitgehend mit denen der Zwergfledermaus übereinstimmen, was auch für die Nahrungssuche und die dabei eingehaltenen Flughöhen gelten soll. Ebenso ist noch ungeklärt, ob diese „neue" Art – im Gegensatz zu *P. pipistrellus* zu den wanderfähigen, vielleicht sogar zu den fernwandernden Fledermausarten zu zählen ist.

Die Mückenfledermaus konnte nach der zentralen WEA-Schlagopferdatei bereits einige Male mit Totfunden unter WEA bestätigt werden (Tab. 2): Land Brandenburg 6 Ex. (= 2,3 %), ganz Deutschland 13 Ex. (= 1,8 %).

Beurteilung: Nach dem gegenwärtigen Stand der Erkenntnisse ist davon auszugehen, daß für *P. pygmaeus* ähnlich wie für *P. pipistrellus* (Begründung s. dort) eine beträchtliche Gefährdung durch WEA besteht.

6.10 Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*)

Nur einmal am „Drachensee" mit Sicherheit verhört. Es könnte sich um ein einzelnes Männchen gehandelt haben, das irgendwo in den Kiefernforsten des UGs ansässig ist. Nach den aktuellen Erhebungen ist davon auszugehen, daß sich im UG – wie im nahegelegenen Berlin – nach dem Besatz von Fledermauskästen in den Forsten des Stadtbez. Köpenick-Treptow – keine Wochenstubenquartiere befinden. In der Umgebung des nahegelegenen Storkow sind jedoch Wochenstubenquartiere bekannt. Auf jeden Fall ist damit zu rechnen, daß die Art im Spätsommer/Herbst durchzieht und es bei dieser Gelegenheit zur Gründung von Paarungsgruppen kommt; dafür gibt es allerdings keine eigenen Daten.

Rauhhautfledermaus:
Gefährdung durch WEA

Flugverhalten s. unter Zwergfledermaus (Quelle: BRINKMANN 2003): „Die Gefährdung von Rauhhautfledermäusen durch WEA besteht wahrscheinlich ... während des Zuges, wo anzunehmen ist, daß die Tiere auch in größeren Höhen fliegen, als dies beim Jagdflug im freien Luftraum mit 4-15 m der Fall ist."

In der zentralen WEA-Schlagopfer-Statistik (Tab. 2) ist die Rauhhautfledermaus mit 72 Ex. (= 27,1 %) für das Land Brandenburg und mit 159 Ex. (= 22,5 %) für ganz Deutschland vertreten. Für das Land Brandenburg rangiert *P. nathusii* an 2. Stelle der WEA-Schlagopfer, für ganz Deutschland an 3. Stelle (nach *P. pipistrellus*). An 1. Stelle liegt überall der (Große) Abendsegler.

Beurteilung: Als fernwandernde Art (BARRE & BACH 2004, SCHMIDT 2004), die sich während der Migration im Spätsommer/Frühherbst über vollkommen offenes Gelände bewegt, würde die Rauhhautfledermaus vor allem während der bereits beim Abendsegler und bei der Zwergfledermaus erwähnten Zeitspanne im Bereich des geplanten Windparks Kablow (W01) einer akuten Gefährdung ausgesetzt sein. Dabei ist davon auszugehen, daß die Hauptmasse von *P. nathusii* etwas früher als der Abendsegler (d. h. gegen Ende der II./Anfang bis Mitte der III. August-Dekade) im Gebiet durchzieht. Die Zugbewegungen geschehen wahrscheinlich in größerer Höhe, so daß sie mit dem Detektor vom Boden aus kaum noch nachweisbar sein dürften.

6.11 Langohren (vermutlich *Plecotus auritus*)

Nur in tief herab- und überhängendem, dichtem Astwerk konnte am Ufer des „Drachensees" einmal ein Langohr bei völliger Dunkelheit einige Zeit verhört werden; die Aufzeichnungen sind nach eigenen, inzwischen sehr umfänglichen Erfahrungen (Ansitz an Wochenstuben!) unverwechselbar. Unklar bleibt die Artbestimmung, doch ist eher davon auszugehen, daß es sich aufgrund der im Gebiet vorzufindenden Lebensräume um das Braune Langohr, *Plecotus auritus*, handelt (aber auch das Graue Langohr, *Plecotus austriacus*, ist auf dem MTBQ 3648-SW im Winterquartier nachgewiesen). Die Tiere, die sich zur Nahrungssuche nicht sehr weit von den Quartieren entfernen, sind entweder in den höhlenreichen umliegenden Kiefernforsten, in nahen Ortschaften, wie Kablow bzw. Kablow-Ziegelei, oder in verstreut im UG gelegenen kleinen Anwesen angesiedelt.

Langohren:
Gefährdung durch WEA

Beide Arten der Langohrfledermäuse werden generell als nicht durch WEA gefährdet eingeschätzt. Diese Beurteilung stützt sich im wesentlichen darauf, daß Langohren die Deckung so gut wie niemals verlassen; sie jagen im Schutz von Baumkronen und Gebüschen (im Rüttelflug) und meist auch in relativ geringer Höhe über dem Erdboden, niemals im offenen Gelände – so jedenfalls die bisherige Lehrmeinung!

Nach der WEA-Schlagopfer-Statistik (Tab. 2) muß diese Ansicht zumindestens teilweise revidiert werden; denn im Land Brandenburg wurden inzwischen vom Braunen Langohr zwar keine Ex. (= 0,0 %), vom Grauen Langohr aber immerhin 5 Ex. (= 2,1 %) unter WEA tot gefunden, und im gesamten Bundesgebiet sind es vom Braunen Langohr 2 Ex. (= 0,3 %), vom Grauen Langohr sogar 6 Ex. (= 0,8 %).

Beurteilung: Beide Arten der Langohrfledermäuse schienen bis vor kurzem durch WEA nicht bedroht zu sein. Diese Einschätzung hat sich inzwischen – wie die Statistik ausweist – deutlich geändert. Sowohl für das Braune als auch – und sogar vermehrt – für das Graue Langohr geht von den WEA eine Bedrohung aus!

7 Gesamtübersicht und Schlußfolgerungen aus Sicht des Fledermausschutzes

Im UG W01 Kablow Nordost sind im Zuge der Fledermaus-Erfassung von Anfang Juni bis Ende Oktober 2006 insgesamt 10, wahrscheinlich sogar 11 Fledermausarten nachgewiesen worden; dabei ließen sich aber die Bartfledermäuse (Vorkommen wenigstens einer der beiden Zwillingsarten Kleine bzw. Große Bartfledermaus, *Myotis mystacinus* bzw. *M. brandtii*) und die Langohrfledermäuse (Vorkommen wenigstens einer der beiden Zwillingsarten Braunes bzw. Graues Langohr, *Plecotus auritus* bzw. *P. austriacus*) mit dem Bat-Detektor wegen der nicht unterscheidbaren Ultraschall-Orientierungslaute artmäßig nicht zuordnen, und auch ein an zwei Stellen vermutetes stationäres Vorkommen der Mückenfledermaus (*Pipistrellus pygmaeus*) ließ sich nicht absolut zweifelsfrei bestätigen. Theoretisch möglich erscheinen noch Vorkommen der Fransenfledermaus (*Myotis nattereri*), des (Großen) Mausohrs (*Myotis myotis*) und der Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*). Das verhältnismäßig kleine UG hat sich als ausgesprochen artenreich erwiesen.

Im Gegensatz zur qualitativen ist die quantitative Einschätzung von Fledermausbeständen erheblich schwieriger. In Tab. 4 erfolgt eine diesbezügliche Beurteilung auf der Basis einer

Tabelle 4. Die auf der Vorhabensfläche W01 Kablow Nordost mit ihrer Randzone vorkommenden Fledermäuse, Abundanzvergleich und Gefährdungsgrad durch das Errichten von Windenergieanlagen

Fledermausart	Häufigkeit* im UG	Gefährdungsgrad durch Errichtung von WEA bestätigt	als Opfer	regelmäßig in der Nähe der vorhandenen WEA Kablow NO	Rote Liste BB **	BRD ***
Wasserfledermaus	x	x		(-)	R	-
Bartfledermaus	xx	x		(x)		
(*Myotis mystacinus* bzw.					1	3
M. brandtii)					2	2
Myotis spec.	x	x		(x)		
(Großer) Abendsegler	xxx	**xxx**	**1 mal**	(x)	3	3
Kleinabendsegler	x	**xxx**		(-)	2	G
Breitflügelfledermaus	xxx	**xx-xxx**	**1 mal**	(x)	3	V
Zweifarbfledermaus	x	**xxx**		(-)	1	G
Zwergfledermaus	xxx	**xxx**		(x)	R	-
Rauhhautfledermaus	x	**xxx**		(-)	3	G
Mückenfledermaus ?	x	**xxx**		(x)	?	D
Langohrfledermaus	x	x		(-)		
(*Plecotus auritus* bzw.					3	V
P. austriacus)					2	2

*** In diesem Zusammenhang ist ausdrücklich darauf aufmerksam zu machen, daß eine quantitative Beurteilung allein mit dem Bat-Detektor wegen der begrenzten horizontalen wie vertikalen Reichweite nur eingeschränkt möglich ist. Es ist deshalb davon auszugehen, daß manche Fledermausarten im UG häufiger sind, als es mit dem Detektor belegbar ist.**

Häufigkeit im UG	x	– vorkommend bzw. Vorkommen nicht konkret bewertbar
	xx	– regelmäßig vorkommend
	xxx	– relativ häufig vorkommend
Gefährdungsgrad durch die Errichtung von WEA	x	– geringgradig gefährdet
	xx	– gefährdet (nach der Statistik der WEA-Schlagopfer)
	xxx	– stark bis hochgradig gefährdet
Anwesenheit in der Nähe der vorhandenen WEA	(-)	– keine Nachweise
	(x)	– gelegentlich bis ganz regelmäßig im Umfeld der WEA anwesend (durchfliegend oder jagend)

** RL BB: DOLCH et al. (1992); *** RL BRD: BOYE et al. (1998); Erläuterung der Statusangaben s. dort.

Häufigkeitsskala, erarbeitet nach der Anzahl an Nachweisen im Gelände sowie von Zählungen, sofern dies vor Ort möglich war. Gleichzeitig wird der Gefährdungsgrad durch WEA eingeschätzt und kenntlich gemacht, welche Arten als Schlagopfer bereits unter der vorhandenen WEA gelegen und welche sich regelmäßig in unmittelbarer Nähe (Abstand > 100 m) aufgehalten haben. Auf den Grad der Gefährdung jeder einzelnen Art durch die WEA ist bereits bei den Artabhandlungen Bezug genommen worden.

Bei der Beurteilung der Gefährdung von Fledermäusen durch WEA ist unbedingt auf die zeitliche Schiene im Zusammenhang mit der Biologie, Ökologie und dem Migrationsverhalten der Chiropteren hinzuweisen.

1. Die in Tab. 4 aufgelisteten Arten sind mit hoher Sicherheit im UG Kablow (W01) oder in seiner näheren Umgebung mit stationären Quartieren ansässig. Alle im UG festgestellten Arten haben entweder ihre Fortpflanzungskolonien (Wochenstuben) oder andere Quartiere in den Ortschaften (z. B. Zwerg- und Breitflügelfledermaus in Dannenreich, Kablow-Ziegelei, vielleicht auch in Kablow) oder in den rundum befindlichen Wäldern, wie Abendsegler und Kleinabendsegler. Eine systematische Quartiersuche war aus zeitlichen Gründen leider nicht machbar. Von einigen Arten konnten die bevorzugten Ein- und Durchflugwege und –richtungen festgestellt werden.

2. Die überdurchschnittlich hohen Fledermaus-Vorkommen im Umfeld der Vorhabensfläche unterstreichen die Attraktivität der Region für diese hochspezialisierte Tiergruppe. In diesem Zusammenhang ist davon auszugehen, daß die hohe Attraktivität des Geländes auch eine hohe Anziehungskraft auf im Spätsommer/Herbst durchziehende Arten ausübt. Dies betrifft alle vier fernwandernden Arten: (Großer) Abendsegler, Kleinabendsegler, Zweifarb- und Rauhhautfledermaus. Diese Fernwanderer kommen nicht nur aus dem Nordosten (von Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg) an, sondern auch aus den Tiefen des östlichen/nordöstlichen Europas: aus Polen, den baltischen Staaten und möglicherweise noch darüber hinaus (Migrationsstrecken bis zu 2000 km sind für fernwandernde Arten durch individuelle Kennzeichnung [Beringung] bewiesen). Das Erscheinen und Durchziehen dieser Tiere ist nur sehr schwer nachweisbar, weil dies eine monatelange lückenlose Überwachung erforderlich machen würde. Die Angehörigen der fernwandernden Fledermäuse – und das Vorkommen aller vier Arten ist für das UG bestätigt! – sind durch WEA bedroht, was durch die vom LUA Brandenburg geführten WEA-Schlagopferstatistik unterstrichen wird.

   Das Errichten von WEA im Windeignungsgebiet W01 Kablow Nordost ist für den Fledermausbestand unbedingt abzulehnen, denn dadurch würden nicht nur die ortsansässigen (Vorkommen bewiesen!), sondern auch die durchziehenden fremden Individuen (Vorkommen aufgrund der biotopmäßig optimalen Strukturen sehr wahrscheinlich, vgl. u. a. den hohen Bestand jagender Abendsegler am 21.09.2006, d. h. mitten in der Zugzeit!) in höchstem Maße gefährdet.

3. Die Gefahren, die bereits von einer einzigen vorhandenen WEA ausgehen, werden für jedermann ersichtlich, weil in zwei Fällen bereits tote Fledermäuse* unter dieser WEA gefunden worden:

Funddatum	Art, Fundumstände, Gewährsleute	Datum des WEA-Schlages
17.08.2001	**Breitflügelfledermaus**, die bereits ca. 2 Wochen unter der WEA lag (DÜRR 2002)	**1. Aug.-Dekade**
14.07.2006	**(Großer) Abendsegler**, der bereits ca. 8-10 Tage unter der WEA lag (HAENSEL)	**1. Juli-Dekade**

* Die Verluste durch die vorhandene WEA sind wahrscheinlich noch größer. Aber die Chance, unter ihr Schlagopfer zu entdecken, beträgt wegen der hohen und dichten Verkrautung und Vergrasung weniger als 50 %.

Aufgrund der Zeitpunkte, zu denen die Tiere zu Schlagopfern der vorhandenen WEA geworden sind, müssen beide Fledermäuse den ortsansässigen Populationen und nicht den Zuzüglern bzw. Durchzüglern (Migranten) zugerechnet werden. Diese in der Region reproduzierenden Populationen erreichen eine beachtliche Größenordnung.

4. Nach den für das Land Brandenburg erlassenen „Tierökologischen Abstandskriterien für die Errichtung von Windenergieanlagen ..." gelten nach Pkt. 12 für „Gebiete mit besonderer Bedeutung für den Fledermausschutz" – und dazu gehört nach unseren Befunden das UG (W01 zzgl. einem Umkreis von 1000 bzw. 2000 m) – konkrete Kriterien, die das Einhalten eines Abstandes von mindestens 1000 m betreffen:

   - „zu Fledermauswochenstuben mit mehr als etwa 50 Tieren" (Das Vorhandensein von sehr kopfstarken Wochenstuben ist für mehrere Arten sehr wahrscheinlich, aber bisher für das UG nicht beweisbar.)

   - „zu Fledermauswinterquartieren mit regelmäßig >100 überwinternden Tieren oder mehr als 10 Arten" **(Winterquartiere sind nach der Brandenburger Fledermauskartierung in dieser Größenordnung auf dem MTBQ 3648-SW nicht nachgewiesen.)**

   - „zu Fledermausnahrungshabitaten mit Konzentrationen regelmäßig mehr als 100 zeitgleich jagender Exemplare hoch fliegender oder ziehender Arten (Großer Abendsegler, Kleiner Abendsegler, Breitflügel-, Nord-, Zweifarb- und Rauhhautfledermaus (z. B. größere Teichgebiete)" **(Die unterstrichenen Arten sind im UG nachgewiesen, vom Großen Abendsegler auch über 100 Ex. sogar mitten im Vorhabensgebiet, im übrigen sind auch quantitative Angaben – das wird jeder Fledermausspezialist bestätigen – nachts für eine Untersuchungstiefe im Umkreis von mehr als 1000 m nicht möglich.)**

„Im Gebiet von 3 km Radius um das jeweilige ... Nahrungshabitat sind Störungen der Funktion von Flugkorridoren zwischen Quartieren und Hauptnahrungsflächen zu vermeiden. Ebenso sollen Reproduktionsschwerpunktgebiete in strukturreichen Laub- und Mischwaldgebieten mit hohem Altholzanteil >100 ha und Vorkommen von mindestens 10 Fledermausarten von Windenergieanlagen freigehalten werden."

Die Schlußfolgerungen sind absolut eindeutig: W01 Kablow Nordost verstößt in zwei Punkten (1. Anzahl gleichzeitig jagender Individuen; 2. Vorkommen von mindestens 10 Fledermausarten) gegen die bereits am 01.06.2003 erlassenen „Tierökologischen Abstandskriterien für die Errichtung von Windenergieanlagen in Brandenburg".

Anmerkung: Mindestens eine für den Fledermausschutz positiv ausgegangene Gerichtsentscheidung, in diesem Fall die Erweiterung eines Windparks betreffend, liegt als Präzedenzfall aus der Oberlausitz vor. BRINKMANN (2004) hat dieses Gerichtsurteil für aktuell gleichgeartete Fälle wie folgt ausgewertet: „... in einem Windpark mit 10 WEA bei Puschwitz im Landkreis Bautzen (Sachsen) wurden in den Herbstmonaten 2002 insgesamt 34 tote Fledermäuse gefunden, wobei jedoch nur ca. 40 % der Flächen unter den WEA für eine Nachsuche zugänglich waren (TRAPP et al. 2002). Aufgrund dieser Studie wurde die Errichtung von zwei weiteren WEA in der Nähe des untersuchten Windparks Puschwitz von den Genehmigungsbehörden aus Gründen des Fledermausschutzes abgelehnt, wogegen die Antragsstellerin klagte. Das Verwaltungsgericht Dresden bestätigte jedoch die Ablehnung und begründete dies u. a. mit der nachgewiesenen tatsächlichen Gefährdung der nach dem Naturschutzrecht streng geschützten Fledermäuse (Urteil VG Dresden vom 02.06.2003, 7 K 2583/02). Es zeigt sich also, daß die Vorkommen von Fledermäusen für die inhaltliche und planungsrechtliche Beurteilung von geplanten Standorten für WEA ein entscheidender Faktor sein können.

BRINKMANN (2004) u. a. kommen des weiteren zu dem Ergebnis, daß in einer derart extremen Weise „keinesfalls an allen Standorten die Gefahr der Beeinträchtigung von Vögeln und Fledermäusen besteht. An Standorten, wo nach sorgfältiger Prüfung ... kein Gefährdungspotential erkennbar ist, stehen die Belange des Artenschutzes einer Genehmigung der Anlagen auch nicht im Wege." Man kann deshalb an die Genehmigungsbehörden nur appellieren, bei den Prüfungen von WEA-Anträgen alle Gesichtspunkte sorgfältig zu prüfen und den Belangen des Artenschutzes den gebührenden Stellenwert einzuräumen.

In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, daß Fledermäuse sich in der Regel an Leitstrukturen orientieren und an diesen direkt oder in einem gewissen Abstand – sowohl bodennah als auch in der Höhe und noch darüber – entlangfliegen. Ein Großteil der WEA-Fledermaus-Schlagopfer wurde unter solchen WEA gefunden, die dicht an Waldrändern, an baum- und gebüschbestandenen Straßen und Feldwegen, an Feldhecken und Gehölzen errichtet worden waren. Deshalb gehört es inzwischen zur gängigen Praxis, einen Abstand der WEA von allen Gehölzstrukturen von wenigstens 100 m zu fordern. Sowohl die vorhandene als auch ein Teil der bei Kablow geplanten WEA würden diesen inzwischen allenthalben anerkannten Kriterien nicht entsprechen und Fledermausverluste geradezu provozieren.

Fazit = Zusammenfassung

Der geplante Standort eines Windparks im Vorhabensgebiet Kablow Nordost (W01, SO von Berlin) wurde auf das Vorkommen von Fledermäusen untersucht. Es konnten wenigstens 10 Fledermausarten festgestellt werden, darunter einige, vor allem (Große) Abendsegler, die an manchen Abenden massenhaft (>100 Ex. zeitgleich) über der Fläche der Jagd nachgehen.

Aus den Schlußfolgerungen (s. Pkt. 7) ergibt sich eine Vielzahl von Gesichtspunkten, die erkennen lassen, daß es aus Naturschutzgründen keinen schlechteren Standort für das Errichten von insgesamt 12 WEA gibt (davon eine bereits vorhanden) als die Vorhabensfläche. Die Insellage dieses Gebietes – eine für Fledermäuse ideale, da sehr nahrungsreiche Offenlandschaft mit Feldern, Grünland und reichlich Brachflächen – inmitten eines Ringes von höhlenreichen Wäldern und Siedlungsgebieten, welche im Osten, Süden und Westen von zahlreichen Gewässern und Schutzgebieten umgeben sind, hat eine Biotop-Kombination entstehen lassen, die eine hohe Anziehungskraft auf Fledermäuse ausübt. Dies wird nicht nur durch die Befunde in der UVU des Jahres 2004, sondern auch durch die aktuellen Analysen des Jahres 2006 eindrucksvoll unterstrichen. Die eine bisher vorhandene WEA hat durch Fledermaus-Totfunde bewiesen, wie gefährlich dieser WEA-Standort bereits jetzt ist. Es ergeht ein dringender Appell an die Genehmigungsbehörden, dem Vorhaben (Errichtung des Windparks W01: Kablow Nordost) nicht zuzustimmen, nicht zuletzt deswegen weil in zwei Punkten auch Verstöße gegen die vom Land Brandenburg erlassenen „Tierökologischen Abstandskriterien für die Errichtung von Windenergieanlagen ..." vorliegen.

Fazit = Summary

The bat fauna on the planned site of the wind park Kablow near Berlin

The planned site of wind park in the area of Kablow Northeast (southeast of Berlin) was investigated for bats. Altogether 10 species were found, including some, mainly common noctules, which were foraging in large quantities (more than 100 at a time) over the site.

A number of aspects arise from the conclusions (see point 7), indicating that there is no worse site for the positioning of the 12 wind turbines (one is already erected). The island position of this area includes a combination of biotopes which are very attractive for bats. It is an open landscape with fields, greenland and diverse fallow land, surrounded by a ring of forests rich in cavities and settlement areas and also by a number of water bodies and nature reserves in the East, South and West. This importance for bats is underlined not only by the results of the impact study in 2003, but also by those actual ones of the year 2006. The one wind turbine already present has already led to some bat casualities and shows the important danger of this site for bats. We urgently request the competent planning authorities not to give permission to this wind park (W01 Kablow Northeast), also because infringements two points against the "criterias of distance for the positioning of wind turbines", enacted by the Land Brandenburg, are given.

Schrifttum

BACH, L. (2001): Fledermäuse und Windenergienutzung – reale Probleme oder Einbildung? Vogelkd. Ber. Niedersachs. **33**, 119-124.

-, & RAHMEL, U. (2004): Überblick zu Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse – eine Konfliktabschätzung. Bremer Beitr. Naturkd. u. Natursch. 7, 245-252.

BARRE, D., & BACH, L. (2004): Saisonale Wanderungen der Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) – eine europäische Befragung zur Diskussion gestellt. NYCTALUS (N.F.) **9**, 203-214.

BOYE, P., HUTTERER, R., & BEHNKE, H. (1998): Rote Liste der Säugetiere (*Mammalia*), p. 33-39. In: Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. Schr.R. Landschaftspfl. Naturschutz, H. **55**. Bonn-Bad Godesberg.

BRINKMANN, R. (2003): Querungshilfen für Fledermäuse – Schadensbegrenzung bei der Lebensraumzerschneidung durch Verkehrsprojekte. AG Querungshilfen. Positionspapier: Stand April 2003 (aus dem Internet).

- (2004): Welchen Einfluß haben Windkraftanlagen auf jagende und wandernde Fledermäuse in Baden-Württemberg? Tagungsführer Akad. f. Natur- u. Umweltschutz Bad.-Württ., H. **15** („Windkraftanlagen – eine Bedrohung für Vögel und Fledermäuse?").

DECKERT, G. (2004): Stellungnahme zum Genehmigungsverfahren für die geplanten Windkraftanlagen Kablow aus Sicht des Naturschutzes (unveröff.).

DOLCH, D. (1995): Beiträge zur Säugetierfauna des Landes Brandenburg – Die Säugetiere des ehemaligen Bezirks Potsdam. Natursch. Landschaftspfl. in Brandenburg. **3**. Jg., Sh. 1995. Potsdam.

-, DÜRR, T., HAENSEL, J., HEISE, G., PODANY, M., SCHMIDT, A., TEUBNER, J., & THIELE, K. (1992): Rote Liste Säugetiere (*Mammalia*). In: Ministerium f. Umwelt, Naturschutz u. Raumordnung (Hrsg.): Gefährdete Tiere des Landes Brandenburg – Rote Liste. Potsdam.

DÜRR, T. (2001): Windkraftanlagen als Gefahrenquelle für Fledermäuse. Mitt. LFA Säugetierkd. Brandenburg-Berlin **2/2001**, 2-5.

- (2002): Fledermäuse als Opfer von Windkraftanlagen in Deutschland. NYCTALUS (N.F.) **8**, 115-118.

- (2006): Fledermausverluste an Windenergieanlagen (Stand: 07.08.2007) Zentrale Fundkartei. Zusammenstellung i. A. LUA Brandenburg – VSW.

FISCHER, J. A. (1999): Zu Vorkommen und Ökologie des Kleinabendseglers, *Nyctalus leisleri* (Kuhl, 1817), in Thüringen, unter besonderer Berücksichtigung seines Migrationsverhaltens im mittleren Europa. NYCTALUS (N.F.) **7**, 155-174.

GEBHARD, J. (1997): Fledermäuse. Birkhäuser Verlag. Basel – Boston – Berlin.

GRUNWALD, T., SCHÄFER, F., ADORF, F., & LAAR, B. v. (2007): Neue bioakustische Methoden zur Erfassung der Höhenaktivität von Fledermäusen an geplanten und bestehenden WEA-Standorten. NYCTALUS (N.F.) **12**, xx-xx.

HAENSEL, J. (2004): Fledermauskundliches Gutachten zum Windeignungsgebiet Nr. 22: Frankenfelde – Haselberg – Lüdersdorf/Biesdorf – Schulzendorf – Erweiterungsfläche. Teil 2 (Zeitraum August bis Mitte Oktober). Gutachten i. A. Ingenieurbüro Jan Teut (12 pp. u. Anlagen, unveröff.).

- (2007): Aktionshöhen verschiedener Fledermausarten nach Gebäudeeinflügen in Berlin mit Schlußfolgerungen für den Fledermausschutz. NYCTALUS (N.F.) **12**, xx-xx.

-, & HAENSEL, R. (2006): Zur Vogel- und Fledermausfauna auf der Vorhabensfläche des geplanten Windparks Kablow (W01: Kablow Nordost). Gutachten i. A. L. u. B. Grebenstein. Kablow/Berlin (unveröff.).

-, & SÖMMER, P. (2003): Taggreifvögel erbeuten Fledermäuse und Flughunde – Versuch einer Gesamtübersicht – und neueste Erkenntnisse zur Fledermausjagd der schnellsten Falken in Deutschland. Orn. Jber. Mus. Heineanum **20**, 99-141.

HALL, L. S., & RICHARDS, G. C. (1972): Notes on *Tadarida australis* (*Chiroptera*: *Molossidae*). Australian Mammalogy **1**, 46.

HEISE, G., & BLOHM, T. (2004): Zum Migrationsverhalten uckermärkischer Abendsegler (*Nyctalus noctula*). NYCTALUS (N.F.) **9**, 249-258.

HENSEN, F. (2004): Gedanken und Arbeitshypothesen zur Fledermausverträglichkeit von Windenergieanlagen. Ibid. **9**, 427-435.

HOCH, S., ZAMBELLI, N., MORETTI, M., & ROSELI, M. (2005): Zwei weitere Fernfunde von im Kanton Tessin (CH) und im Fürstentum Liechtenstein markierten Kleinabendseglern (*Nyctalus leisleri*). Ibid. **10**, 289-296.

HUTTERER, R., IVANOVA, T., MEYER-CORDS, C., & RODRIGUES, L. (2005): Bat Migrations in Europe. A Review of Banding Data and Literature. Bonn.

ILLIG, H., KLÄGE, H.-CH., & LUDLOFF, J. (2004): Umweltverträglichkeitsuntersuchung einschließlich Eingriffs-/Ausgleichsplan zur Errichtung eines Windparkes in der Gemarkung Kablow (65 pp. u. Anhänge, unveröff.).

Kriterien zur Untersuchung tierökologischer Parameter im Rahmen von Planungen bzw. Genehmigungsverfahren für Windenergieanlagen im Land Brandenburg (Stand 01.06.2003), p. 1-7 – aktualisierende Materialien zum Erlaß des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung zur landesplanerischen und naturschutzrechtlichen Beurteilung von Windkraftanlagen im Land Brandenburg (Windkrafterlaß des MUNR) vom 24.05. 1996, p. 1-12. Potsdam.

KUGELSCHAFTER, K., & DEMANT, R. (2002): Ökologisch-faunistische Abschätzung des Konfliktpotentials zwischen Fledermäusen und dem geplanten Windpark Zootzen-Wutzetz. Gutachten (unveröff.). Gießen.

LUA/NABU (2006): Verbreitungskarten der Fledermäuse in Brandenburg und Berlin. Meßtischblatt-Quadrantenkartierung für die Fledermaus-Landesfauna (Stand 16.02.2006).

MARKOVETS, M. J., ZELENOVA, N. P., & SHAPOVAL, A. P. (2004): Beringung von Fledermäusen in der Biologischen Station Rybachy, 1957-2001. NYCTALUS (N.F.) **9**, 259-268.

OSBORNE, R. G., HIGGINS, K. F., DIETER, C. D., & USGAARD, R. E. (1996): Bat collisions with wind turbines in South-western Minnesota. Bat Research News **37**, 105-108.

PELZ, G. (2002): Zur Fledermausfauna des Landkreises Dahme-Spreewald (Land Brandenburg). NYCTALUS (N.F.) **8**, 262-287.

RAHMEL, U., BACH, L., BRINKMANN, R., DENSE, C., LIMPENS, H. J. G. A., MÄSCHER, G., REICHENBACH, M., & ROSCHEN, A. (1999): Windkraftplanung und Fledermäuse – Konfliktfelder und Hinweise zur Erfassungsmethodik. Bremer Beitr. Naturkd. u. Natursch. **4**, 155-161.

-, -, -, LIMPENS, H. J. G. A., & ROSCHEN, A. (2004): Windenergieanlagen und Fledermäuse – Hinweise zur Erfassungsmethodik und zu planerischen Aspekten. Ibid. **7**, 265-277.

Regionale Planungsgemeinschaft Lausitz-Spreewald (2004): Regionalplan Lausitz-Spreewald – Sachlicher Teilregionalplan III „Windkraftnutzung". Amtsblatt f. Brandenburg **15**. Jg., Nr. **27** v. 14. Juli 2004, p. 515-526 u. Anlagen. Potsdam.

SCHMIDT, A. (2004): Beitrag zum Ortsverhalten der Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) nach Beringungs- und Wiederfundergebnissen aus Nordost-Deutschland. NYCTALUS (N.F.) **9**, 269-294.

SKIBA, R. (2003): Europäische Fledermäuse. Kennzeichen, Echoortung und Detektoranwendung. Neue Brehm-Büch., Bd. **648**. Hohenwarsleben.

SÖMMER, P., & HAENSEL, J. (2003): Fledermäuse als Beute von Taggreifvögeln – überraschende Befunde besonders für die beiden schnellsten deutschen Falkenarten. NYCTALUS (N.F.) **9**, 61-78.

STEFFENS, R., ZÖPHEL, U., & BROCKMANN, D. (2004): 40 Jahre Fledermaus-Markierungszentrale Dresden – methodische Hinweise und Ergebnisübersicht. Dresden.

Topographische Karte (2006): Maßstab 1 : 10.000. Blatt **3648-SW** Zernsdorf. 1. Aufl. Hrsg. Landesvermessung u. Geobasisinformation Brandenburg. Potsdam.

TRAPP, H., FABIAN, D., FÖRSTER, F., & ZINKE, O. (2002): Fledermausverluste in einem Windpark der Oberlausitz. Naturschutzarb. in Sachsen **44**, 53-56.

VELSER, L., & WETZIG, O (2004): Windenergie 2004. Marktübersicht. **15**. Ausg. Hrsg.: BWE-Service GmbH. Osnabrück.

Verordnung zum Schutz wild lebender Tier- und Pflanzenarten (Bundesartenschutzverordnung – BArtSchV). BGBl **I**, S. 1193.

DR. JOACHIM HAENSEL, Brascheweg 7, D-10318 Berlin-Karlshorst; E-Mail: haensel.joachim@nyctalus.com

Nyctalus (N.F.), Berlin **12** (2007), Heft 2-3, S. 277-281

Teichfledermaus (*Myotis dasycneme*) als Kollisionsopfer an einer Windenergieanlage

Von Michael Göttsche, Geschendorf, und Helmut Göbel, Bad Oldesloe

Mit 2 Abbildungen

Einleitung

Das Spektrum der von Schlag betroffenen Fledermausarten ist in Deutschland inzwischen breit (Dürr & Bach 2004) und umfasst neben den in Deutschland hauptsächlich betroffenen Großen Abendseglern, Zwergfledermäusen, Rauhautfledermäusen, Kleinabendseglern und Zweifarbfledermäusen auch einige Arten, die bislang nur in geringer Individuenzahl aufgetreten sind. Dies sind neben Breitflügel- und Nordfledermaus, dem Braunen und dem Grauen Langohr sowie der Mücken- und der Alpenfledermaus auch Tiere der Gattung *Myotis*. Hier liegen bundesweit lediglich Funde von einem Großen Mausohr, 1 Großen Bartfledermaus, 3 Wasserfledermäusen sowie einer Teichfledermaus vor. Zwei dieser 6 Funde stammen dabei von einer Windenergieanlage aus einem Windpark in Schleswig-Holstein: eine Wasserfledermaus und die Teichfledermaus. Der – wenn auch noch so geringe – auffällige Anteil kollidierter Tiere der Gattung *Myotis* unter Beteiligung der recht seltenen Teichfledermaus soll hier zum Anlass genommen werden, die dortige Situation vorzustellen und zu diskutieren.

Lage und Gebietsbeschreibung

Der untersuchte Windpark befindet sich im südlichen Schleswig-Holstein im Landkreis Stormar in einer Höhe von ca. 40 m NN (Abb. 1). Die vier unbefeuerten Windkraftanlagen vom Typ Vestas V80 – mit weißem Mast, weißen Rotorblättern, einer Nabenhöhe von 60 m

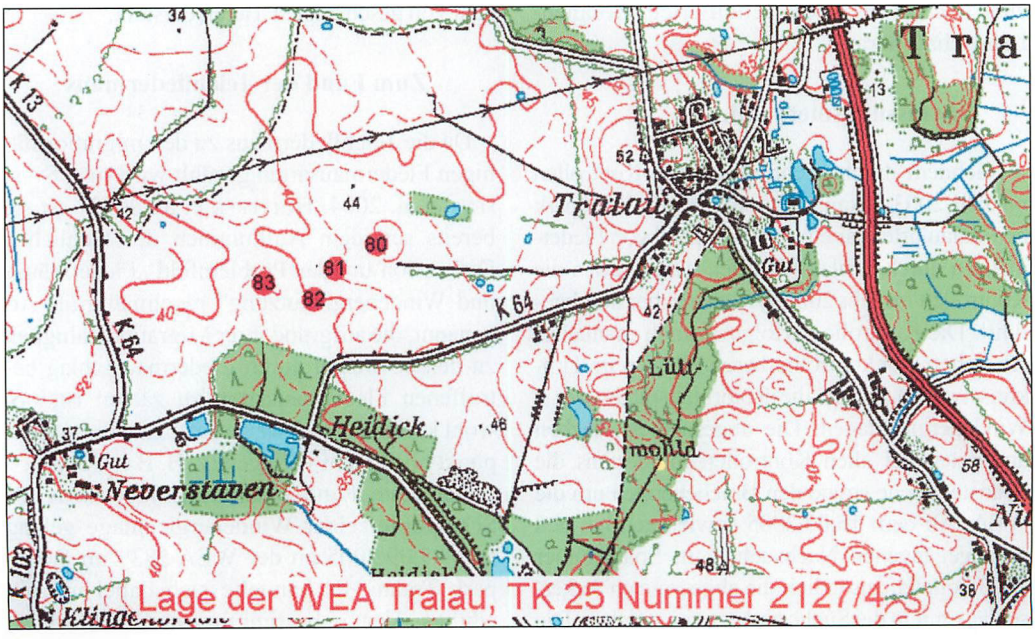


Abb. 1. Lage und Naturausstattung im Umfeld des Untersuchungsgebietes



Abb. 2. Blick von Osten auf das Untersuchungsgebiet. Aufn.: H. Göbel

und einem Rotordurchmesser von 80 m befinden sich auf einer offenen Ackerflur (Abb. 2). Die weitere Umgebung des Windparks wird durch Heckenzüge, Alleen und einige kleinere Waldstücke mit darin liegenden Kleingewässern geprägt. Als geografische und geologische Besonderheit ragt ca. 1800 m südwestlich des Windparks ein „Nunatak" (Hügel, der auch während der letzten Eiszeit nicht eisüberdeckt war) – der so genannte „Klingberg" – als markante Geländekuppe etwa 45 m aus der sonst eher flachen bis leicht relieffierten Moränen-Landschaft heraus.

Erfassungsmethodik

Nachdem durch stichprobenartige Kontrollen im Jahr 2003 bekannt wurde, dass im Windpark bei Tralau offenbar eine größere Zahl von Fledermäusen durch Schlag betroffen war, wurden die Kontrollen im Jahr 2005 systematischer durchgeführt. Die Kontrollen erfolgten durch manuelles Absuchen von kontrollierbaren Flächen im Umkreis von 50 m um die Rotorblattspitzen der 4 Windenergieanlagen. Die abgesuchten Flächen umfassten bei allen Kontrollen mindestens die Kranstellfläche sowie den Brachebereich um die WEA. Ab dem 15.07.2005 sowie auch bei den vorangegangenen Nachsuchen im Spätsommer 2003 konnten zusätzlich die abgeernteten Ackerschläge mit in die Suche einbezogen werden. Die Erfassung erfolgte im Jahr 2005 7-tägig (August 14-tägig) im Zeitraum vom 07.07.2005 bis 24.09.2006 sowie im Frühjahr 2006 am 26.04., 05.05. und letztmalig am 8. Juni 2006, nach der ersten milden und windstillen Nacht des ungewöhnlich kalten und niederschlagsreichen Frühjahrs 2006 jeweils zwischen 7.00 und 9.00 Uhr. Auf Grund des – auf heutigem Wissenstand – zu großen Untersuchungsintervalls und der nicht berücksichtigten Verschleppungs- und Fundrate (Brinkmann 2006) ist bei den erfassten Schlagopfern davon auszugehen, dass sie eine Mindestzahl von geschädigten Tieren darstellt.

Zum Fund der Teichfledermaus

Da die Teichfledermaus zu den migrationsfähigen Fledermausarten gezählt wird (u.a. Steffens et al. 2004, Hutterer et al. 2005), ist sie bereits seit dem Aufkommen der fachlichen Diskussion um das Problemfeld „Fledermäuse und Windenergienutzung" regelmäßig als Art genannt, die aufgrund ihrer Migrationsfähigkeit zu den potenziell durch Fledermausschlag betroffenen Fledermausarten zu zählen ist, obwohl konkrete Nachweise dazu zu diesem Zeitpunkt noch nicht vorlagen (z. B. Bach 2001).

Der erste Fund einer Teichfledermaus als Schlagopfer einer Windenergieanlage gelang am 08.09.2005 an der WEA „83" im Windpark Tralau. Es handelte sich dabei um ein adultes Tier unbestimmbaren Geschlechtes, das nach einer geschätzten Liegedauer von

Tabelle 1. Fledermausfunde im Windpark bei Tralau aus den Jahren 2003, 2005 und 2006, aufgeführt nach Funddatum, Art und Windkraftanlage.

Funddatum	Art/Gattung	Geschlecht	sichtbare Verletzung	Entfernung vom Mast	Himmelsrichtung	WEA-Nr.
20.07.2003	Zwergfledermaus	?	?	15	Südost	80
„	Zwerg-/Mückenfl.	?	?	8	Ost	83
02.09.2003	Zwergfledermaus	?	?	4	Südwest	83
12.09.2003	Rauhautfledermaus	?	?	6	Süd	80
„	Rauhautfledermaus	?	?	12	Südost	80
„	Zwergfledermaus	?	?	8	Südost	81
„	Abendsegler	?	?	8	Südost	82
„	Zwergfledermaus	?	?	20	West	82
„	Rauhautfledermaus	w	?	20	West	82
„	Abendsegler	?	?	15	West	82
„	Abendsegler	?	?	25	Süd	83
„	Rauhautfledermaus	?	?	5	West	83
„	Rauhautfledermaus	?	?	15	Ost	83
„	Rauhautfledermaus	?	?	10	Süd	83
15.07.2005	Zwergfledermaus	w	ja	6	Südost	82
20.07.2005	Wasserfledermaus	?	ja	11	Südwest	83
08.09.2005	Rauhautfledermaus	w	?	20	Süd	80
„	Abendsegler	?	ja	22	Südost	80
„	Rauhautfledermaus	m	?	6	Südost	83
„	**Teichfledermaus**	?	?	2	Südwest	83
08.06.2006	Rauhautfledermaus	w	ja	10	Nordwest	83
	Rauhautfledermaus	m	ja	30	Nordwest	82

mehr als 5 Tagen 2 m südwestlich des WEA-Mastfußes entdeckt wurde.

Zu weiteren Fledermausfunden im Windpark

Neben der Teichfledermaus gelangen in den Jahren 2003 und 2005/2006 Funde von 21 weiteren kollidierten Fledermäusen (Tab. 1) worunter sich – neben mehreren Rauhaut-, Zwergfledermäusen und Großen Abendseglern – auch eine Wasserfledermaus (*Myotis daubentonii*) befand. 12 von insgesamt 19 Kontrollterminen lieferten keinen Fledermausfund.

Diskussion

Betrachtet man zunächst die Gesamtzahl von 22 Fledermausfunden im Vergleich zu

Tabelle 2. Verteilung der Fledermausfunde auf die 4 WEA-Standorte mit ihren Abständen zu benachbarten Gehölzstrukturen. *Im Umfeld nur kleinere künstliche Stillgewässer (Abgrabungsgewässer). Kürzeste Entfernung zu einer „fledermausrelevanten Habitatstruktur" farbig hinterlegt.

WEA Nr.	Pnat	Ppip	Nnoc	Mdas	Mdau	Ppip/pyg	Summe	Abstand zu linearen Gehölzen	Abstand zu Feldgehölzen	Abstand zu Wald	Abstand zu Gewässern*
80	3	1	1	-	-	-	5	60	230	490	710
81	-	1	-	-	-	-	1	325	425	650	990
82	2	2	2	-	-	-	6	415	570	270	600
83	5	1	1	1	1	1	10	260	350	420	805

ähnlich „halbsystematisch" nach Kollisionsopfern untersuchten Windparken im Norddeutschen Tiefland, deren Untersuchungsdaten zugänglich sind (DÜRR, schriftl. Mitt. 2006), so ist festzustellen, dass die Zahl der aufgefundenen Tiere je WEA und Jahr mit 2,75 sehr hoch ist. Eine annähernd hohe (Mindest-) Kollisionsrate wird nach derzeitigem Wissensstand nur im Windpark Tremmen im Landkreis Havelland/Brandenburg mit 2,67 Kollisionsopfern/WEA/Jahr erreicht.

Die Verteilung der Funde auf die jeweiligen Fledermausarten liefert eine Häufigkeitsfolge von Rauhautfledermaus (n = 10), Zwergfledermaus (n = 5) und dem Abendsegler (n = 4) hin zu den Einzelfunden von Wasserfledermaus, Teichfledermaus und der nicht eindeutig bestimmbaren Zwerg-/Mückenfledermaus. Damit weicht die Artenfolge – bedingt durch die verhältnismäßig wenigen Abendseglerfunde – deutlich von den bestehenden Erwartungswerten aus dem Norddeutschen Tiefland, wie sie sich z.B. aus zahlreichen Aufsammlungen aus Brandenburg ergeben (DÜRR, schriftl. Mitt. 2006), ab. Obwohl auch im Untersuchungsgebiet der Abendsegler weit verbreitet ist, führt er nicht die Rangfolge der kollidierten Arten an.

Analysiert man die Kollisionsopferzahlen hinsichtlich eines möglichen Zusammenhangs zur Nähe von Habitatstrukturen, die besonders für das hier betroffene Artenspektrum relevant sein könnten (Heckenzüge, Feldgehölze, Wald/Waldränder), wie ihn DÜRR & BACH (2004) diskutieren, so lässt sich hier kein eindeutiger Zusammenhang erkennen (Tab. 2). Die WEA 83 mit den meisten gefundenen Kollisionsopfern, worunter auch die Teich- und die Wasserfledermaus sind, befindet sich weder besonders nah an einer linearen Gehölzstruktur, einem Waldrand oder Gewässer, sondern vollkommen „isoliert" auf einem größeren Ackerschlag. Die nächstgelegene Gehölzstruktur – eine Wallhecke (Knick) – befindet sich 260 m entfernt.

Die Ursache für die insgesamt sehr hohe Kollisionszahl in diesem Windpark – und insbesondere die auffallende Betroffenheit der migrierenden *Myotis*arten Teich- und Wasserfledermaus am Standort „83" - ist daher anscheinend nicht so einfach zu fassen. Eine grundlegende Ursache für die recht zahlreichen Schlagopfer wird von Seiten der technischen WEA-Eigenschaften ebenfalls in einem relativ geringen Abstand von lediglich 20 m zwischen den Rotorblattspitzen und der nächstgelegenen „Struktur" gesehen – die hier jedoch offenbar nicht durch Gehölze, sondern durch die Bodenoberfläche selbst gebildet wird.

Dass zumindest Wasserfledermäuse im Zeitraum der Spätsommermigration auch Offenhabitate queren, konnte KUGELSCHAFTER (1995) auf Ackerflächen nördlich von Bad Segeberg mittels Beobachtungen mit einer Wärmebildkamera feststellen. Er beobachtete dort am 20.08.1995 *„innerhalb weniger Stunden mehr als zwei Dutzend Überflüge von Wasserfledermäusen über ein freies Feld Richtung Norden ...."* und folgerte daraus, dass *„sich Wasserfledermäuse auf Fernwanderungen anders orientieren als im Sommerhabitat..."* und *„...dass sich die Tiere bei diesen Fernwanderungen eher richtungsbezogen und weniger strukturgebunden fortbewegen"*.

Neben den technischen Merkmalen der WEA ist es weiterhin selbstverständlich eine Voraussetzung für Fledermauskollisionsereignisse, dass in dem betreffenden Raum auch Fledermäuse aktiv sind. Hier ist es zurzeit jedoch noch nicht hinreichend bekannt, in welchem Verhältnis die Fledermausaktivität im Rotorwirkungsbereich zu den tatsächlichen Kollisionsereignissen steht und ob an einen WEA-Standort mit langjährig überdurchschnittlich vielen Kollisionsopfern auch immer eine entsprechend hohe bis sehr hohe Aktivität von Fledermäusen zu beobachten ist.

Es lässt sich daher für den betrachteten Windpark auf Grund der festgestellten zahlreichen Kollisionsopfer nur vermuten, dass er sich von seiner Lage her womöglich in einem Bereich befindet, der zumindest im Spätsommerzeitraum verstärkt von Fledermäusen aufgesucht oder frequentiert wird, was möglicherweise auch für Teich- und Wasserfledermäuse zutreffen könnte.

In jedem Fall würde der Windpark Tralau einen sehr interessanten Untersuchungsraum abgeben, um die Ursachen von erhöhtem Fledermausschlag weiter aufzuklären. Besonders

die Kombination aus der recht „offenen" Lage der Windkraftanlagen bei gleichzeitig stark betroffenem Spektrum von allgemein oft als „strukturgebunden fliegend" bezeichneten Arten scheint hier besonders interessant zu sein. Auch könnte eine Untersuchung zum Verhalten der Tiere im Windpark zum Kollisionszeitpunkt weitere Klarheit darüber bringen, ob Schlag migrierende (also zügig das Gebiet querende) oder jagende Tiere betrifft, wobei es möglicherweise auch artspezifische Unterschiede geben mag.

Für die Vielzahl der aktuell stattfindenden fledermauskundlichen Bewertungen von Windenergiestandorten kann jedoch bereits mitgenommen werden, dass allein ein Abstand von geplanten Windenergieanlagen zu benachbarten Gehölzstrukturen einen deutlich erhöhten Fledermausschlag bestimmter Fledermausarten offensichtlich nicht zwingend ausschließen kann. Geplante Windkraftanlagenstandorte in geringer Entfernung zu Gehölzstrukturen sollten weiterhin besonders genau betrachtet werden, jedoch bedarf es nach den Ergebnissen dieser Arbeit einer ebenso sorgsamen Untersuchung und Bewertung von geplanten Windkraftanlagen abseits von Gehölzstrukturen.

Danksagung

Unser Dank geht an Herrn T. DÜRR, Vogelschutzwarte Brandenburg, für die Übermittlung von Daten aus der bundesweiten Schlagopfererfassung von Fledermäusen an Windenergieanlagen sowie MARIANNE GÖBEL, MATTHIAS GÖTTSCHE und NORINA RIEDIGER für die Durchsicht des Manuskriptes.

Zusammenfassung

Nachdem bei sporadischer Suche nach Kollisionsopfern in einem Windpark im Kreis Stormarn/Schleswig-Holstein im Spätsommer 2003 überraschend zahlreiche Schlagopfer aufgefunden wurden, wurde die Nachsuche im Sommer/Spätsommer 2005 und stichprobenartig auch im Frühjahr 2006 wiederholt. Bemerkenswert war dabei der erstmalige Fund einer Teichfledermaus (*Myotis dasycneme*) als Kollisionsopfer an einer Windkraftanlage, der hier zum Anlass genommen wurde, die Fundumstände und die Standortbesonderheiten des Windparks näher zu beschreiben. Auch die recht hohe Zahl der insgesamt aufgefundenen geschlagenen Fledermäuse - der allgemein als „strukturgebunden" bezeichneten Arten - stellt eine interessante Ausgangssituation für eine weitere Ursachenklärung von Fledermausschlag dar, denn besonders die Windkraftanlage mit den meisten Fledermausfunden befindet sich in absoluter Offenlage auf einem Acker. Die Entfernung zu den nächstgelegenen Gehölzstrukturen, einem Heckenzug, beträgt dort 260 m.

Summary

A pond bat (*Myotis dasycneme*) as a casuality by a wind turbine

By sporadic search for casualities in a wind park in Stormar (Schleswig Holstein) in summer 2003 a lot of victims were found. Here the search was repeated in 2005 and 2006 and the first *Myotis dasycneme* as a casuality was found. Herefore research was undertaken to find out about the characteristic of the wind park. Also the high number of bat casualities, belonging to species which are commonly known as restricted to landscape elements, shows the need for further investigation. Interestingly the wind turbine with most bat casualities is situated in open field. It's distance to the next landscape structure, a hedgerow, is at a distance of 260 m.

Schrifttum

BACH, L. (2001): Fledermäuse und Windenergienutzung – Reale Probleme oder Einbildung? In: Vogelkdl. Ber. Niedersachs. **33**, 119-124.

BRINKMANN, R., H. SCHAUER-WEISSHAHN & F. BONTADINA (2006): Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg. Gutachten im Auftrag des Regierungspräsidium Freiburg - Referat 56 Naturschutz und Landschaftspflege.

DÜRR, T. & L. BACH (2004): Fledermäuse als Schlagopfer von Windenergieanlagen – Stand der Erfahrungen mit Einblick in die bundesweite Fundkartei. In: Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz Band **7**.

HUTTERER, R., IVANOVA, T., MEYER-CORDS, C. & RODRIGUES, L. (2005): Bat Migrations in Europe, Naturschutz und Biologische Vielfalt, Heft **28**, BfN. Bonn.

KUGELSCHAFTER, K. (1995): Vergleichende Untersuchung zur Nutzung der Segeberger Kalkberghöhle und deren Umgebung durch Wasser- und Fransenfledermäuse – Konsequenzen für ein effektives Schutzkonzept. Unveröff. Gutachten im Auftrag des Landes Schleswig- Holstein.

STEFFENS, R., ZÖPHEL, U. & BROCKMANN, D. (2004): 40 Jahre Fledermausmarkierungszentrale Dresden, methodische Hinweise und Ergebnisübersicht. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie Dresden.

MICHAEL GÖTTSCHE, Dorfstraße 14, D-23815 Geschendorf
HELMUT GÖBEL, Tulpenweg 8d, D-23843 Bad Oldesloe

Nyctalus (N.F.), Berlin **12** (2007), Heft 2-3, S. 282-286

Aus dem Internet

Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg

Gutachten im Auftrag des Regierungspräsidiums Freiburg, 2006

Autoren: R. BRINKMANN, H. SCHAUER-WEISSHAHN & F. BONTADINA

Kurzfassung und Hinweis auf die Publikation im Internet

Im Auftrag des Regierungspräsidiums Freiburg und mit Unterstützung der Stiftung Naturschutzfonds Baden-Württemberg wurden zwischen August 2004 und Oktober 2005 Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse durchgeführt. Als zentrale Fragestellung der Studie sollte geklärt werden, ob und in welchem Ausmaß die aus Nord- und Mitteldeutschland sowie aus dem Ausland berichteten Kollisionen von Fledermäusen an Windkraftanlagen auch im Regierungsbezirk Freiburg auftreten. Im Rahmen der Studie wurden drei sich ergänzende methodisch aber differenzierte Teiluntersuchungen durchgeführt: Die Suche von Kollisionsopfern unter bestehenden Anlagen, die Untersuchung der Kollisionsopfer im Hinblick auf die Todesursache und Beobachtungen zum Verhalten der Fledermäuse an den Windkraftanlagen mittels einer Wärmebildkamera.

Im Zeitraum von Ende Juli bis Ende Oktober 2004 wurden alle fünf Tage Aufsammlungen von toten Fledermäusen unter 16 im Regierungsbezirk Freiburg repräsentativ ausgewählten Anlagen überwiegend im Schwarzwald und seiner Vorbergzone (Höhenlagen zwischen 470 und 1100 m NN) durchgeführt. Zusätzlich wurden an 16 weiteren Anlagen im gleichen Gebiet und Zeitraum ergänzend jeweils zwei bis drei Sonderkontrollen durchgeführt. Im Zeitraum von Anfang April bis Mitte Mai sowie von Mitte Juli bis Mitte Oktober 2005 wurden acht der bereits 2004 kontrollierten Anlagen im selben Rhythmus erneut abgesucht. Ergänzend wurden spezielle Experimente zur Ermittlung der Sucheffizienz und der Abtragrate von Kadavern unter ausgewählten Anlagen durchgeführt, um die tatsächliche Anzahl von Kollisionsopfern in einer Hochrechnung unter Berücksichtigung des Suchfehlers zu ermitteln. Die Untersuchungen führten zu folgenden Ergebnissen:

- Insgesamt wurden 50 tote Fledermäuse, 45 während der systematischen Aufsammlungen und fünf weitere bei den Sonderkontrollen gefunden. Bezogen auf die acht in beiden Jahren untersuchten Anlagen ergeben sich große Unterschiede, da 2004 hier insgesamt 31 Tiere, 2005 aber bei gleicher Kontrollintensität nur 10 Tiere gefunden wurden.

- Die Funde verteilen sich auf die Arten Zwergfledermaus, *Pipistrellus pipistrellus* (39 Tiere), Kleinabendsegler, *Nyctalus leisleri* (8 Tiere), Zweifarbfledermaus, *Vespertilio murinus* (2 Tiere), und Breitflügelfledermaus, *Eptesicus serotinus* (1 Tier).

- Neben den Fledermäusen konnten nur neun Vögel als Totfunde registriert werden (je drei Mehlschwalben, *Delichon urbica*, und Mauersegler, *Apus apus*, sowie je ein Alpensegler, *Apus melba*, Wintergoldhähnchen, *Regulus regulus*, und Orpheusspötter, *Hippolais polyglotta*).

- Die durchschnittliche Sucheffizienz in den unterschiedlich strukturierten Absuchflächen beträgt im offenen Bereich 84 %, im schwach überwachsenen Bereich 77 % und im stark überwachsenen Bereich 40 %. Die Abtragrate von Kadavern unter den Anlagen ist zwischen den Standorten unterschiedlich, im Durchschnitt aller Versuche aber relativ hoch. Sie beträgt bezogen auf den fünftägigen Kontrollzeitraum im Mittel 58,8 %.

- Unter Berücksichtigung der Sucheffizienz, der Abtragrate sowie des Flächenfaktors, der das Verhältnis von abgesuchten zu nicht absuchbaren Flächen in einem 40 m betragenden Radius beschreibt, kann von den absoluten Totfunden auf einen Schätzwert für die tatsächliche Anzahl von Kollisionsopfern hochgerechnet werden. Die Hochrechnung ergibt für die 2004 regelmäßig kontrollierten 16 Anlagen insgesamt 335 Kollisionsopfer (unter Berücksichtigung der Streuung bei der Abtragrate im Minimum von 269 und im Maximum von 446 Tieren), dies entspricht Werten von 20,9 Tieren (16,6-27,9) pro Anlage. Für die 2005 untersuchten Anlagen ergibt sich ein Wert von insgesamt 95 Kollisionsopfern (75-125), und dies entspricht einem Wert von 11,8 Tieren (9,4-15,6) pro Anlage.

- Die meisten Kollisionsopfer wurden Ende Juli bis Mitte August und Anfang September registriert. Im Zeitraum von Anfang April bis Mitte Mai 2005 wurden an den acht abgesuchten Anlagen keine Tiere gefunden.

- Mit der Zwergfledermaus ist hauptsächlich eine Art betroffen, die nicht zu den ziehenden Fledermäusen zählt.

- Unter Anlagen, die im Wald oder auf Windwurfflächen stehen, wurden die meisten, unter Anlagen im Offenland dagegen keine Totfunde registriert.

Die **Untersuchung der Fledermauskadaver** ergab, dass ein Teil der Tiere Flügelbrüche oder offensichtlich Kopfverletzungen hatte. Bei weiteren Tieren deuten die Verletzungsmerkmale auf Schädelbrüche hin. Die Sektionsbefunde ergaben, dass die meisten Tiere innere Verletzungen aufwiesen, die eindeutig traumatischen Ursprungs sind. Dies lässt als Ergebnis der Untersuchung einzig und allein den Schluss zu, dass der Tod der aufgefundenen Fledermäuse in ursächlichem Zusammenhang mit den Windkraftanlagen steht.

Mittels der **Wärmebildkamera** wurde die Aktivität an zwei benachbarten Windkraftanlagen (ein Standort im Offenland, einer im Wald) und auf einer Windwurffläche im Wald als Referenzfläche in vier halbnächtlichen Beobachtungen ermittelt. Die höchste Fledermausaktivität wurde auf der Referenzfläche ermittelt. An den beiden Anlagenstandorten war die Aktivität in einer Höhe von > 40 m etwa gleich. Dieses Ergebnis steht im Widerspruch zum Ergebnis der Nachsuche, bei der an der Anlage im Wald viele, an der Anlage im Offenland aber keine toten Fledermäuse gefunden wurden.

Etwa 25 % der auf die Rotoren zufliegenden Fledermäuse zeigte ein Ausweichverhalten. Die Kollision einer Fledermaus an einem Rotor konnte nicht sicher beobachtet werden. Bei Windgeschwindigkeiten zwischen 3,5 und 7,5 ms^{-1} konnten etwas mehr und über 7,5 ms^{-1} etwas weniger Fledermäuse im Luftraum > 40 m an den Anlagen beobachtet werden, als dies aufgrund der Verteilung der Windgeschwindigkeiten zu erwarten gewesen wäre. Insgesamt konnte gezeigt werden, dass auch bei höheren Windgeschwindigkeiten, im Maximum bis 10,9 ms^{-1}, Fledermausaktivitäten an den Anlagen zu beobachten sind.

Aufgrund der strengen Schutzvorschriften der FFH-Richtlinie und des Bundesnaturschutzgesetzes, die für Fledermäuse gelten, und aufgrund des potentiell hohen Beeinträchtigungsrisikos wird empfohlen, die Aspekte des Fledermausschutzes bei der Genehmigung von Windkraftanlagen sorgfältig zu berücksichtigen. Von besonderer Bedeutung ist dabei die Vermeidung von Beeinträchtigungen, die am ehesten durch die Standortwahl erreicht werden kann. Insbesondere Standorte in Wäldern und/ oder auf Bergrücken sind nach der aktuellen Kenntnislage als potentiell besonders problematisch einzuschätzen.

Eine weitere Vermeidungsmöglichkeit ergibt sich durch die Einschränkung des Betriebes zu Zeiten einer besonders hohen Fledermausaktivität an den Windkraftanlagen. Aber auch hier sind die Daten noch zu ungenau und teilweise widersprüchlich, um allgemein gültige Vorgaben für Betriebseinschränkungen im Verlauf des Jahres oder bei bestimmten Windgeschwindigkeiten zu benennen. Entsprechend bleibt z. Z. nur die sorgfältige Prüfung eines jeden einzelnen Standortes im Rahmen des Genehmigungsverfahrens und bei Zulassung des Projektes auch eine Kontrolle der Funktionsweise der ggf. festgesetzten Vermeidungsmaßnahmen im Rahmen eines Fledermausmonitorings.

Survey of possible operational impacts on bats by wind facilities in Southern Germany

Final report submitted by the Administrative District of Freiburg, Department of Conservation and Landscape management and supported by the foundation Naturschutzfonds Baden-Württemberg, 2006

By R. Brinkmann, H. Schauer-Weisshahn & F. Bontadina

Summary

On authority of the administrative district government of Freiburg and supported by the foundation "Stiftung Naturschutzfond Baden-Württemberg", a study on the possible operating-based effects of wind turbines on bats were conducted between August 2004 and October 2005. The main purpose of this study was to answer the question whether, in the administrative district of Freiburg, Southern Germany, bats collide with wind turbines and to what extent, as reported in other areas nationally and internationally. The study consisted of three different types of complementary surveys: searching for collision fatalities under working turbines, the examination of collision fatalities to determine the cause of death, and observations of bat behaviour at turbines using a thermal imaging camera.

Between the end of July and the end of October 2005, searches for collision fatalities were conducted every five days at 16 selected, representative turbines located mainly in the Black Forest and its foothills of Southern Germany (altitudes between 470 and 1100 m above sea level). Additionally, two to three extra searches were conducted at 16 other turbines in the same area during the same time period. Between the beginning of April and mid-May, as well as between mid-July until mid-October 2005, eight of the turbines that had been checked in 2004 were searched again with the same search interval. Furthermore, specific experiments to determine the searcher efficiency

and the carcass removal rate were carried out at selected turbines. Taking into account these error factors, the actual number of collision fatalities was projected. The following results were gained:

- A total of 50 bat carcasses were found, 45 during the systematic fatality searches and five more during extra searches. When comparing the results from the eight turbines that were searched in both years, the numbers differ significantly between the years: in 2004, 31 carcasses were found whereas in 2005, with the same search intensity, only 10 were documented.

- The species found were common pipistrelle, *Pipistrellus pipistrellus* (39 spec.), Leisler's bat, *Nyctalus leisleri* (8 spec.), parti-coloured bat, *Vespertilio murinus* (2 spec.), and one serotine bat, *Eptesicus serotinus*.

- Apart from bats, only nine bird carcasses were found: three House Martins, *Delichon urbica*, three Swifts, *Apus apus*, one Alpine Swift, Apus melba, one Goldcrest, *Regulus regulus*, and one Melodious Warbler, *Hippolais polyglotta*. Overall, five times as many bats were found.

- Average searcher efficiency in the different ground coverage classes was: 84 % in open areas, 77 % in overgrown areas and 40 % in heavily overgrown areas. The carcass removal rate differed between the sites; the average though for all experiments was rather high. For a five-day interval the average was 58.8 %.

- Considering the searcher efficiency, the carcass removal rate and an area factor describing the relation of searchable to non-searchable area in a 40 m radius, it is possible to estimate the actual number of dead bats from the number of bat carcasses found. This projection results in 335 bats for the 16 turbines regularly checked in 2004 with a variation of the carcass removal rate from a minimum of 269 to a maximum of 446 bats. This equals 20.9 bats (16.6-27.9) per turbine. For the turbines surveyed in 2005, a total of 95 collision fatalities (75-125) were projected, which equals 11.8 bats (9.4-15.6) on average per turbine.

- Most bats were found between the end of July and mid-August and at the beginning of September. Between the beginning of April and mid-May 2005, no bat carcasses were found at any of the eight surveyed turbines.

- The common pipistrelle, *Pipistrellus pipistrellus*, the species which was mainly affected, is not a migratory species.

- All the fatalities were found at turbines either in forests or in wind throw areas, none were found in open areas.

The examination of the bat carcasses showed that some of the bats had broken wings or obvious head injuries. Other bats showed signs of skull fractures. The dissection proved that most bats had internal injuries which were beyond doubt of traumatic origin. The results of these examinations lead to the only plausible conclusion, that the bat fatalities are in causal relationship to wind turbines.

Using a thermal imaging camera, bat activity was observed at two turbine sites (one in forest, one in open area) and at a third site without a turbine (wind throw) as reference, for four half-nightly observations. Highest bat activity was recorded at the reference site. At both turbine locations, bat activity was similar at an altitude > 40 m. This is contrary to the search results, where a large number of bat carcasses were found at the forest site but none at the open area site. Approximately 25 % of the bats approaching a rotor showed evasive behaviour. A bat colliding with a rotor could not be observed with certainty. At an altitude > 40 m with wind speeds between 3.5 and 7.5 ms^{-1}, slightly more bats – and at wind speeds higher than 7.5 ms^{-1} slightly fewer bats – were observed than would have been expected for the distribution of wind speeds. Bat activity could be observed near turbines at higher wind speeds of up to 10.9 ms^{-1}.

Because of strict protection regulations for bats in the Habitats Directive (European Council Directive 92/43/EEC on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora) and also in the German Federal Nature Conservation Act (Bundesnaturschutzgesetz), and due to the potentially high impact risk, it is recommended to carefully review the bat conservation issues during the planning and approval procedures for wind facilities. Especially important is impact avoidance, achieved most likely through site selection. According to current knowledge, turbine sites in forests and/or on ridges should be considered as potentially very problematic.

Another possibility for mitigation is restricting the operating times of the facility when bat activity is especially high. But current data is not specific enough and at times contradictory, so that generally valid guidelines to restrict operating times in specific seasons or at certain wind speeds cannot be established. Accordingly, the only solution at the moment is to carefully examine each location during the planning process and once approved, to monitor the effectiveness of the mitigation measures.

This report in English can be down loadet at: www.buero-brinkmann.de/wka.htm

Das Gutachten wurde unter folgender Adresse veröffentlicht: www.rp.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/show/1158478/rpf-windkraft-fledermaeuse.pdf.

Dr. Robert Brinkmann, Holunderweg 2, D-79194 Gundelfingen; www.buero-brinkmann.de

Neuigkeiten zum Thema „Windkraft und Fledermäuse“ (aus unterschiedlichen Quellen)

pressetext.austria / Redakteur: CHRISTOPH MARTY

Elektromagnetische Abweiser sollen Fledermäuse von Windkraftanlagen fernhalten

Elektromagnetische Abweiser könnten Fledermäuse vor dem Tod durch die Kollision mit Windrädern bewahren. Das ist das Ergebnis einer Studie schottischer Wissenschaftler, die demnächst in der Public Library of Science One erscheint. Windräder sind eine große Bedrohung für Fledermäuse, in Österreich ist vor allem der Große Abendsegler betroffen.

In ihrer Studie untersuchten die Wissenschaftler das Verhalten von Fledermäusen in der Umgebung von 10 verschiedenen Radarstationen in Schottland. Ihr Ergebnis: Die Fledermäuse mieden all jene Bereiche, in denen die Forscher elektromagnetische Strahlung gemessen hatten. „Möglicherweise werden die Fledermäuse durch die elektromagnetischen Strahlen abgeschreckt“, sagt der Fledermaus-Experte GUIDO REITER von der Koordinationsstelle für Fledermausschutz und –forschung in Österreich (KFFÖ) http://www.fledermausschutz.at/ im Gespräch mit pressetext. Die schottischen Forscher schlagen nun vor, Windräder mit solchen elektromagnetischen Abweisern auszurüsten. So wollen sie vermeiden, daß Fledermäuse sterben, wenn sie mit den Windrädern kollidieren.[1]

„Tatsächlich wird bereits seit langem diskutiert, ob die Fledermäuse durch die Windräder vielleicht sogar angelockt werden“, sagt REITER. Ursache dafür seien möglicherweise Ultraschallgeräusche oder eine verstärkte Insekten-Konzentration. „Betroffen sind vor allem jene Fledermäuse, die im freien Luftraum fliegen und jagen“, sagt REITER. Studien ließen sogar vermuten, daß Fledermäuse ähnlich stark gefährdet seien wie Vögel.[2] „Bei der Standortwahl von Windkraftanlagen sollten die Verbreitungsgebiete der Fledermäuse in Zukunft besser beachtet werden“, fordert REITER. Problematisch sei allerdings, daß die Flugrouten der Fledermäuse nicht immer nachvollziehbar sind. Dies erschwert eine zuverlässige Planung, so der Experte.

[1] Diese Formulierung ist äußerst unglücklich gewählt. Korrekt sollte es offenbar heißen, daß Kollisionen von Fledermäusen mit WKA bereits im Vorfeld vermieden werden sollen (Hrsg.).

[2] Nach den bisher vorliegenden und ausgewerteten Befunden sind Fledermäuse mindestens genauso, wenn nicht sogar stärker als Vögel durch WKA gefährdet (Hrsg.).

Fledermaus-Verunglückungsgefahren an Offshore-Windenergieanlagen (eine Zusammenfassung)

AHLÉN, I., et al.: **Gefahren für Fledermäuse an Offshore Windenergieanlagen**
(Schlussbericht für 2006 an die Energiebehörde [Projekt-Nr.: 22514-1] vom 15. Dez. 2006).
Quelle: Aus dem Internet <Ahlén, I. Risker 2006>, Text in Schwedisch, Summary in Englisch,
private Übersetzung der Zusammenfassung ins Deutsche von GUDRUN KOLBE / Prof. Dr. REINALD SKIBA,
Eibenweg 44, D-42111 Wuppertal

Eine Pilotstudie von 2002-2003 an Land-Turbinen zeigte, dass bestimmte Standorte in der Landschaft einige von den Verunglückungsgefahren erklären können und die Hauptgründe für Zusammenstöße wurden geklärt. Während der einleitenden Studie 2005 und im Projekt von 2006 über Fledermäuse in Offshore-Gebieten in Kalmarsund konnten wir vorher bekannte Flugwege von Küstenpunkten aus bestätigen und fanden eine umfassende Aktivität von vorbeiziehenden Wanderern, aber ebenso auch von bleibenden Arten, die aus verschiedenen Richtungen in Gebiete mit reichem Insektenvorkommen kamen. Beobachtungen wurden in Utgrunden und Yttre Stengrund in Kalmarsund in der Baltischen See und im Öresund zwischen Schweden und Dänemark gemacht. Die Beobachter an Bord der Boote und an den Küstenpunkten, wo Fledermäuse starten, verwendeten Ultraschall-Detektoren, starke tragbare Scheinwerfer und zu bestimmten Zeiten auch Wärmebildkameras. Horchboxen für die automatische Aufnahme von Fledermauslauten wurden an Land benutzt, auf den Turbinen angebracht und an Bootsaufsätzen. Diese Methoden führten insgesamt zu 11.936 Fledermaus-Beobachtungen, 3.412 über See und 8.542 an Land. Fledermäuse flogen über See bei Windgeschwindigkeiten bis zu 10 m/s, der größere Teil der Aktivitäten fand bei Windgeschwindigkeiten von weniger als 4 m/s statt. Fledermäuse in 10 Arten wurden über der offenen See beobachtet und alle suchten Nahrung bei annehmbaren Wetterkonditionen, d. h. bei Windstille oder leichter Brise. Die Fledermäuse mieden die Turbinen nicht. Im Gegenteil, sie hielten sich kürzere oder längere

Zeit jagend dicht bei den „Windmühlen" auf, wohl wegen der Ansammlung von Insekten. Das Jagen nahe der Rotorblätter wurde beobachtet, wobei die Gefahr eines Zusammenstoßes vergleichbar mit der an den Land-Turbinen wäre. Fledermäuse nutzten die Wind-Turbinen auch zum Ausruhen.

Insekten wurden an den Plätzen und zu den Zeiten gesammelt, wenn die jagenden Fledermäuse beobachtet wurden. Chironomiden (Zuckmücken) dominierten, aber wir fanden auch viele andere fliegende Arten aus anderen Insektengruppen. Insekten, aber vielleicht auch Krebstiere, wurden von den Fledermäusen sogar an der Wasseroberfläche abgefangen. Einige terrestrische Arten kamen zwischen den Insekten und Spinnen vor, die in der Luft verdriftet wurden. Gelegentlich vermuten wir, dass sie aus den baltischen Republiken oder aus Russland kamen. Es war früher völlig unbekannt, dass viele Fledermausarten, ob standortgebundene oder wandernde, regelmäßig solche Nahrungsquellen über der offenen See weit von den Küsten entfernt im Spätsommer oder frühen Herbst nutzen.

Mit dem Radar des Leuchtturms von Utgrunden konnten die Daten der Bewegungen von den größten Fledermausarten, hauptsächlich von *Nyctalus noctula*, studiert werden. Dadurch ergaben sich Daten über die Flugrouten, Richtungen, Bewegungsmuster bei der Nahrungssuche, besonders nahe der Turbinen. Mit dem Radar war es möglich, die Flughöhe zu messen und die Ergebnisse zeigten, dass alle Aktivitäten meist unter 40 m über Seehöhe stattfanden, während nur einige Fälle von höheren Flügen festgestellt wurden. Die Beobachtungen vom Boot aus zeigten, dass die Höhe sehr variabel war je nach der Erreichbarkeit der Insekten. Fledermäuse wurden jagend von der Wasseroberfläche bis zu den oberen Regionen der Turbinen gesehen.

In dem Bericht werden die Notwendigkeiten weiterer Untersuchungen und noch zu entwickelnder Methoden diskutiert. Eine aktualisierte Gefahrenbeurteilung wird vorgestellt. Eine Tatsache ist heute, dass Gebiete mit konzentrierten Flugwegen und Nahrungsplätzen mit einem hohen Vorkommen von Insekten sehr sorgfältig untersucht werden müssen, wenn dort neue WEA geplant werden. Die Kollisionsgefahr bei Offshore-Windparks ist unmöglich zu untersuchen, solange wie dort noch keine WEA existieren. Es wird vorgeschlagen, Untersuchungen an Fledermäusen, die notwendig zur Beurteilung von Umwelteinflüssen sind, durchzuführen. Der Bedarf an Kontrollprogrammen, wenn neue Windenergieanlagen gebaut werden, wird diskutiert.

Um die möglichen Gefahren an existierenden Turbinen zu reduzieren, sind weitere Forschungen notwendig. Einige Maßnahmen, die ergriffen werden müssen, wurden diskutiert. Am effektivsten ist sicherlich der Abbau der Turbinen. In einigen Fällen ist es vielleicht genug, die Turbinen in relativ kurzer Entfernung aufzustellen, wegen der manchmal genauen Grenzen der Flugwege und auch der Insektenvorkommen. Eine andere Methode ist es, die Turbinen während hoher Gefährdungszeiten abzuschalten. Weil die Ansammlung von Insekten ein Grund für das Jagen der Fledermäuse nahe der Turbinenblätter ist, würde es interessant sein, eine Methode zu entwickeln, um die Menge an fliegenden Insekten zu reduzieren. Es gibt keine Methoden, um die Fledermäuse von den Turbinen fernzuhalten und einige solcher Ideen dürften auch negative Folgen für andere Tiere und auch für Menschen haben.

Nyctalus (N.F.), Berlin **12** (2007), Heft 2-3, S. 287-292

Kleine Mitteilungen

Wichtiges aus dem Gerichtssaal zum Konflikt „Fledermäuse und Windenergieanlagen“

Sächsisches Oberverwaltungsgericht, Urteil vom 25.10.2006, Az.: 1 D 3/03, wegen Nichtigkeit des Regionalplanes „Oberlausitz-Niederschlesien“

Im Normenkontroll-Urteil hat der 1. Senat des SächsOVG den Antrag wegen Nichtigkeit des Regionalplanes zurückgewiesen und die Revision nicht zugelassen. Für den Fledermausschutz ist folgender Leitsatz bemerkenswert:

„Totfunde von Fledermäusen unter Windkraftanlagen können aus Gründen der Vorsorge auch bei noch bestehendem Aufklärungsbedarf bis auf weiteres die Nichtberücksichtigung dieser Standorte als Vorrang- und Eignungsgebiete zur Windenergienutzung rechtfertigen.“

Der Antragsteller hatte darauf verwiesen, dass es fehlerhaft sei, unter dem Gesichtspunkt „Nist-, Brut-, Wohn- oder Zufluchtstätten sowie Nahrungs- und Rastplätze wildlebender Tiere“ eine Gefährdung bestimmter Fledermausarten angenommen und deshalb Vorrang- und Eignungsgebiete zur Windenergienutzung gestrichen zu haben. Außerdem fehle eine hinreichend sichere Datengrundlage.

Zu den Entscheidungsgründen führte das SächsOVG u. a. aus:

„2.2.4.3 Die fehlende Ausweisung von Gebieten mit Nist-, Brut-, Wohn- oder Zufluchtstätten sowie Nahrungs- und Rastplätze wildlebender Tiere der besonders geschützten und bestimmten anderen Arten und ihrer im Einzelfall ermittelten Umgebung (Begründung II.4.4.7. S 7, Ziffer 2.2) hat der Antragsgegner abwägungsfehlerfrei vorgenommen.

Die rechtliche Grundlage für dieses Kriterium liegt in § 42 Abs. 1 Nr. 3 Bundesnaturschutzgesetz – BNatSchG – und § 25 Sächsisches Naturschutzgesetz – SächsNatSchG. In tatsächlicher Hinsicht beruht es auf der Untersuchung des StUFA Bautzen zu ‚Abständen von Windenergieanlagen zu geschützten Artenvorkommen (Pufferzonen) – Stand: März 2003'. Prüfungsgrundlage bildeten die Daten des StUFA Bautzen (Kenntnisstand 2003/2004). Auf ihrer Grundlage wurden Pufferzonen um den jeweiligen Lebensraum (Brutplatz bzw. Wochenstube) gebildet, innerhalb dessen ein besonderes Prüfungserfordernis bei der Ausweisung von Vorrang- und Eignungsgebieten angenommen wurde. Sofern sich innerhalb der Pufferzonen bevorzugt in Anspruch genommene Gebiete befanden, die erheblich beeinträchtigt werden konnten, erfolgte keine Ausweisung als Vorrang- und Eignungsgebiet. Dabei wurden die natürlichen Zug- und Wanderwege ebenfalls berücksichtigt.

Wie bereits oben ausgeführt, darf der Plangeber sein Plankonzept an global und pauschalierend festgelegten Kriterien ausrichten, um ‚auf der sicheren Seite zu sein'. Eine solchermaßen am Vorsorgegrundsatz orientierte Planung ist erst dann abwägungsfehlerhaft, wenn sie auch unter Berücksichtigung des Gestaltungsspielraumes des Planungsgebers regionalplanerisch nicht mehr vertretbar ist (SächsOVG, Urt. v. 7.4.2005, aaO, RdNr. 84 bei juris). Im Rahmen des Vorsorgegrundsatzes genügt es für die Regionalplanung, dass es im maßgeblichen Zeitpunkt der Beschlussfassung der Verbandsversammlung (SächsOVG, Urt. v. 7.4.2005, aaO, RdNr. 82 bei juris) belastbare Anhaltspunkte für die vom Antragsgegner berücksichtigten Annahmen gibt.

Dies ist hier auf der Grundlage der Daten des StUFA Bautzen der Fall. Zu den auf ihrer Grundlage in rede stehenden Gefährdungsannahmen hat der Senat in der mündlichen Verhandlung den damaligen Bearbeiter vom StUFA Bautzen, Herrn F., vernommen. Dieser hat im Einzelnen dargelegt, an welchen Standorten es ab dem Jahre 2002 Totfunde von bestimmten Fledermäusen an Windkraftanlagen gegeben und wie sich die Behörde um Aufklärung dieses Sachverhaltes bemüht hat. Hierauf – und auf die oben zitierten ‚fachlichen Aussagen' des StUFA Bautzen – kann verwiesen werden. Hervorzuheben ist, dass sich das StUFA Bautzen nach einem Erhebungsversuch mit ehrenamtlichen Helfern ‚professioneller' Hilfe bedient und ein Gutachten des Dipl.-Biol. und Fledermausexperten E. in Auftrag gegeben hat. Hierbei wurden an acht Windkraftstandorten Totfunde von geschützten Fledermäusen festgestellt. Diese wurden sodann als nicht mehr für ein Vorranggebiet geeignet angesehen. Der Antragstellerin ist insoweit zuzugestehen, dass es zum Planungsgebiet des Antragsgegners noch keine abschließend gesicherte Tatsachengrundlage für die Gefährdung von Fledermäusen durch Windkraftanlagen gibt. Der Antragsteller ist deshalb gehalten, durch weitere Untersuchungen seinen Gefährdungsannahmen weiter nachzugehen und zu prüfen, unter welchen konkreten Voraussetzungen seine Annahme einer Gefährdung von Fledermäusen in den von ihm bezeichneten Gebieten gerechtfertigt ist, Dies hindert ihn jedoch nicht, aufgrund der erfolgten Totfunde unter Windkraftanlagen in Gebieten, die erheblich beeinträchtigt werden können, aus Gründen der Vorsorge bis auf weiteres keine Ausweisung als Vorrang- und Eignungsgebiet für die Nutzung von Windenergie vorzunehmen.“

Mit diesem Urteil können die für den Fledermausschutz in der Oberlausitz bedeutsamen Gebiete von einer Bebauung mit Windkraftanlagen freigehalten werden!

FRIEDHARD FÖRSTER, Regierungspräsidium Dresden, Umweltfachbereich, Außenstelle Bautzen, Käthe-Kollwitz-Straße 17, D-02625 Bautzen

Bundesweites Forschungsvorhaben zur „Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an On-Shore-Windenergieanlagen“ angelaufen

Angesichts der globalen Erwärmung wurde in Deutschland das politische Ziel formuliert, den weiteren Ausstoß von klimaschädlichen Gasen zu begrenzen. So wurde bereits 1991 eine gesetzlich gesicherte Einspeisevergütung eingeführt, die Unternehmen zur Elektrizitätsversorgung verpflichtet, elektrische Energie aus regenerativen Quellen abzunehmen. Das hieraus resultierende günstige Investitionsklima hat dazu geführt, dass Deutschland heute das Land mit der größten installierten Windenergieleistung weltweit ist (BWE 2007). Trotzdem sind weitere Anstrengungen im Klimaschutz notwendig, um die bislang formulierten Klimaziele (Kyoto Protokoll, Klimaagenda 2020) zu erreichen. In der Folge wird die Bedeutung der regenerativen Energien – auch der Windenergie – zunehmen und ihr Ausbau weiter voranschreiten.

Seit Anfang dieses Jahrhunderts mehren sich die Beobachtungen, dass Fledermäuse in Deutschland – wie auch in anderen Ländern – an einzelnen Standorten mit Windkraftanlagen kollidieren (vgl. z. B. Dürr 2002, Trapp et al. 2002). Mittlerweile wurde etwa die Hälfte der einheimischen Arten bereits als Schlagopfer unter bundesdeutschen Windkraftanlagen gefunden (Dürr 2007). Erste systematische Untersuchungen zeigen, dass dabei an bestimmten Standorten eine überraschend hohe Anzahl von Tieren verunglücken kann (vgl. z. B. Brinkmann et al. 2006). Insgesamt werden heute die letalen Wirkungen durch Kollisionen mit Windkraftanlagen als deutlich größerer Konfliktbereich eingeschätzt als die non-letalen Wirkungen, wie z. B. eine mögliche Störung von Fledermäusen in ihren Jagdgebieten (Hötker et al. 2004). Da die Fledermäuse europa- und bundesweit einen strengen Schutz genießen (Richtlinie 92/43/EWG bzw. BNatSchG), sind sie im Rahmen von Genehmigungsverfahren für die Errichtung und den Betrieb von Windkraftanlagen zu berücksichtigen.

Mit dem Verweis auf ein hohes Kollisionsrisiko von Fledermäusen und der damit verbundenen Möglichkeit der erheblichen Beeinträchtigung der lokalen Populationen sind in jüngster Zeit in zahlreichen Fällen Anträge zur Errichtung von On-Shore-Anlagen von den zuständigen Behörden nicht oder nur mit Auflagen genehmigt worden. Die Auflagen bestimmen in der Regel eine Abschaltung der Anlagen zu bestimmten Jahreszeiten, Nachtzeiten und bei bestimmten Windgeschwindigkeiten. Die zumeist aus Gründen einer weitreichenden Umweltvorsorge getroffenen Festsetzungen basieren jedoch auf einem zur Zeit noch geringen Wissensstand in Bezug auf die Wirksamkeit und Notwendigkeit dieser Maßnahmen.

Angesichts dieser Ausgangslage hat das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) im Rahmen seines Programms zur Förderung der erneuerbaren Energien jüngst ein gemeinsames Forschungsvorhaben der Leibniz-Universität Hannover (Institut für Umweltplanung; Prof. Dr. Reich), der Universität Erlangen (Institut für Zoologie, Lehrstuhl II; Prof. Dr. von Helversen), der Firma ENERCON GmbH sowie des Forschungsinstituts für Optronik und Mustererkennung (FOM) bewilligt.

Das Forschungsvorhaben verfolgt das Ziel, die Vorgänge und Faktoren, die zur Kollision von Fledermäusen mit Windkraftanlagen führen, zu untersuchen und ein Instrumentarium zu entwickeln, mit dem solche Konflikte gegebenenfalls minimiert werden können. Hierzu werden über einen Zeitraum von zweieinhalb Jahren repräsentativ ausgewählte Windkraftanlagen im gesamten Bundesgebiet näher untersucht. Dabei soll die Korrelation verschiedener Faktoren (z. B. Windgeschwindigkeit, Temperatur, Jahreszeit, Nachtzeit, Landnutzung der Umgebung) mit dem Auftreten von Fledermausschlag untersucht werden. Die erforderlichen Daten zur Fledermausaktivität an den Anlagen werden mit Hilfe akustischer Detektoren im Gondelbereich sowie durch Schlagopfersuchen gewonnen. Zur Validierung der akustischen Erfassungsmethoden werden zusätzlich wärmebildgebende Verfahren eingesetzt. Um die Prognosemethoden für die Konfliktabschätzung bei der Standortplanung zu optimieren, wird zusätzlich der Zusammenhang zwischen der Fledermausaktivität am Boden und im Gondelbereich analysiert.

Auf Basis der Untersuchungsergebnisse sollen praxisnahe Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung des Fledermausschlages entwickelt werden, um Belange des Artenschutzes von Fledermäusen beim Ausbau der Windkraftnutzung in angemessener Weise berücksichtigen zu können. Die Besonderheit des Vorhabens liegt in der großflächigen Berücksichtigung unterschiedlicher geographischer Räume und Landschaftstypen bei der Analyse des Konfliktpotentials. Ziel ist eine möglichst hohe Übertragbarkeit der Ergebnisse auf konkrete Standortbeurteilungen, wodurch die artenschutzrechtlichen Fragen im Rahmen der Genehmigungsverfahren zunehmend auf einer solideren fachlichen Basis beantwortet werden können.

Schrifttum

BNatSchG: Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz – BNatSchG) vom 25. März 2002 (BGBl. I S. 1193), zuletzt geändert durch Artikel 8 des Gesetzes vom 9. Dezember 2006 (BGBl. I S. 2833).

Brinkmann, R., Schauer-Weisshahn, H., & Bontadina, F. (2006): Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg. Gutachten i. A. Regierungspräsidium Freiburg. Freiburg (63 pp.); http://www.rp.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/show/11584/rpf-windkraft-fledermause.pdf.

BWE - Bundesverband Windenergie e. V. (2007): Statistiken. Stand: 08.02.2007; http://www.wind-energie.de/de/statistiken/

Dürr, T. (2002): Fledermäuse als Opfer von Windkraftanlagen in Deutschland. Nyctalus (N.F.) **8**, 115-118.

- (2007): Fledermausverluste an Windenergieanlagen. Datenauszug mit Stand vom 12.03.2007.

Hötker, H., Thomsen, K.-M., & Köster, H. (2005): Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse. Hrsg.: Bundesamt für Naturschutz. BfN-Skripten **142**. Bonn-Bad Godesberg.

Richtlinie 92/43/EWG des Rates von 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (Abl. L 206 vom 22.07.1992, S. 7).

Trapp, H., Fabian, D., Förster, F., & Zinke, O. (2002): Fledermausverluste in einem Windpark in der Oberlausitz. Naturschutzarb. in Sachsen **44**, 53-56.

Dr. Robert Brinkmann, Institut für Umweltplanung der Leibniz-Universität Hannover, Herrenhäuser Straße 2, D-3019 Hannover; brinkmann@umwelt.uni-hannover.de

Dr. Oliver Behr, Institut für Zoologie, Lehrstuhl II der Universität Erlangen, Staudtstraße 5, D-91058 Erlangen; obehr@biologie.uni-erlangen.de

Dipl.-Ing. Boris de Wolf, ENERCON GmbH; boris.dewolf@enercon.de

Dipl.-Ing. Ivo Niermann, Institut für Umweltplanung der Leibniz-Universität Hannover; niermann@umwelt.uni-hannover.de

Unter einer Windenergieanlage entdeckter, für tot gehaltener Abendsegler (*Nyctalus noctula*) startet aus eigener Kraft

Am 3.X.2004 suchte ich in den späten Nachmittagsstunden bei noch gleißendem Sonnenschein die WEA-Standorte eines Windparks im Geviert Frankenfelde – Haselberg – Lüdersdorf/Biesdorf - Schulzendorf (Land Brandenburg) ab. Etwa 18 m östlich des Mastfußes einer WEA entdeckte ich einen Abendsegler (Abb. 1, Pfeil), der auf einer frisch gegrubberten Ackerfläche leblos lag. Er befand sich in einer für ein Schlagopfer typischen Haltung auf dem Rücken, die Flügel seitlich leicht abgestellt und der Schwanz nach innen geschlagen (Abb. 2). Ich bemerkte das Tier schon aus relativ großer Entfernung und trat bis auf knapp 2 m heran. Da ich gewöhnt bin, jedes gefundene Fledermaus-Schlagopfer in natürlicher Position zu fotografieren, kehrte ich zum Auto zurück, um den Fotoapparat zu holen. Als ich mich danach ein zweites Mal dem Tier näherte, erkannte ich, daß noch etwas Leben in dem Körper zu sein schien. Ich machte mehrere Aufnahme, aber während ich dies tat, schmiß sich der Abendsegler, die für *N. noctula* typischen schrillen, durchdringenden Laute ausstoßend, ganz plötzlich auf die Bauchseite herum (Abb. 3). Der sofort folgende erste Startversuch vom Boden aus schlug fehl. Die Schnauze

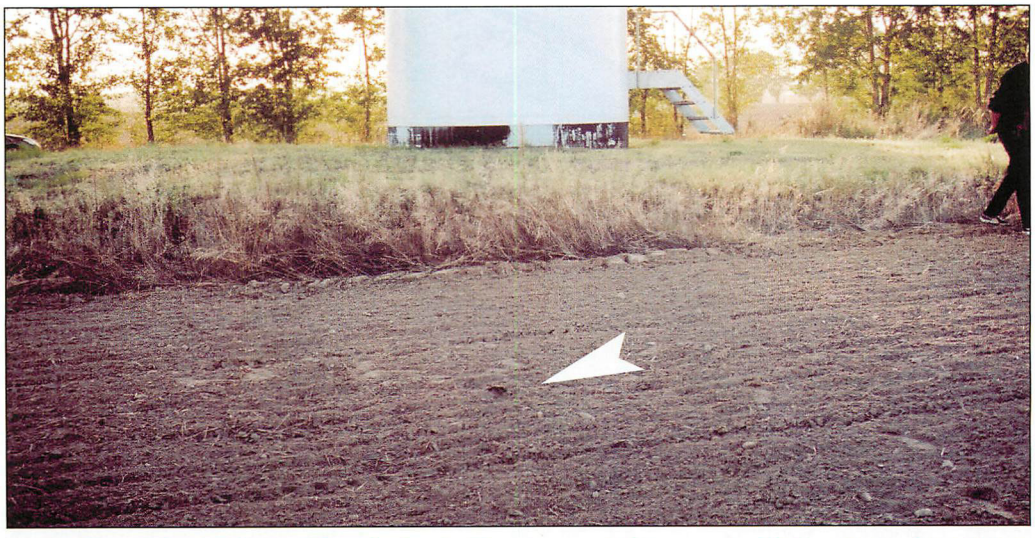


Abb. 1. Lebender (!) männlicher Abendsegler (*Nyctalus noctula*) 18 m von einer WEA entfernt auf dem blanken Ackerboden liegend, und zwar auf dem Rücken und dadurch wie tot wirkend. Alle Aufn.: Dr. J. Haensel (3.X.2004)



Abb. 2. Abendsegler – Nahaufnahme des gleichen Exemplars wie auf Abb. 1; beachte das geöffnete Mäulchen.



Abb. 3. Abendsegler – Nahaufnahme des gleichen Exemplars wie auf den Abb. 1 und 2, nachdem sich das Tier mit Schwung und einem zunächst vergeblichen Versuch aufzufliegen auf den Bauch gedreht hatte.



Abb. 4. Rechts angeschnitten: Der Mast der WEA, unter der der beschriebene Abendsegler lag. Der Abstand zur Pappelzeile am Feldweg (links) beträgt nur 40 m und ist damit bei weitem zu gering. Auch die anderen WEA des Windparks stehen entweder zu nahe an dieser Pappelzeile, an einer Gebüsch- und Baumgruppe (nächste WEA) oder an der quer zur Bildrichtung verlaufenden alten Lindenallee (im Hintergrund).

des Abendseglers steckte in dieser Stellung etwas im lockeren Erdreich und war von Bodenkrümeln bedeckt. Davon ausgehend, daß das Tier verletzt ist, ergriff ich den Abendsegler mit der bloßen Hand, und in gekauerter Haltung setzte ich ihn auf meinen Oberschenkel. Dies ließ er sich gefallen, ohne irgendwie hektisch zu reagieren. Als ich aber vorsichtig den rechten Flügel zu entfalten begann, um nachzusehen, wo sich eventuell Verletzungen befinden, schwang er sich mit einem Ruck nach vorn und flog ab. Die ersten 30 bis 40 m strich er schwerfällig wenige Zentimeter über den Ackerboden geradeaus, schwenkte dann ein, drehte eine weite Kurve von fast 270° und, allmählich an Höhe gewinnend, verschwand der Abendsegler in westliche Richtung. Von irgendeiner Flugbehinderung war nichts zu bemerken!

Bei dem betreffenden Abendsegler handelte es sich um ein ausgesprochen kräftiges ♂ in hoher Paarungskondition. Maße und das Gewicht konnten aufgrund der besonderen Fundumstände nicht genommen werden.

Die vorstehende Beobachtung ist in viererlei Hinsicht bemerkenswert:

1. Der Zeitpunkt des Fundes lag am späten Nachmittag kurz vor 17.30 Uhr, am helllichten Tage bei Sonnenschein (s. die langen Schatten auf Abb. 4). Der Abendsegler hat mit Sicherheit noch nicht den ganzen Tag unter der WEA gelegen; wahrscheinlich verunglückte er sogar erst während der (späten) Nachmittagsstunden. Tageszug bei schönem Oktoberwetter ist für *N. noctula* bekannt, ebenso nach Gebhard (1997, p. 220) das Jagen am Nachmittag auf hochfliegende Baumwanzen und Schwebfliegen. Solche besonderen Umstände (optimales Zug- und Flugwetter während der Tagesstunden) sollte bei der Suche nach WEA-Schlagopfern künftig noch stärker als bisher berücksichtigt werden.

2. Daß an WEA verunglückte Fledermäuse mit dem Leben davonkommen und sogar aus eigener Kraft starten können, ist eine weitere Besonderheit. Es dürfte davon auszugehen sein, daß der Abendsegler keine direkte Berührung mit einem der Rotorblätter hatte, sondern in die Luftverwirbelungen geraten ist und benommen oder in Akinese zu Boden glitt.

Nach der zentralen Fundkartei (T. Dürr, schriftl.) sind von insgesamt 706 Fledermäusen, die in Deutschland bisher als WEA-Schlagopfer registriert wurden, 10 Individuen (1,4 %) lebend aufgefunden worden, davon 8 (Große) Abendsegler und 2 Mückenfledermäuse (*Pipistrellus pygmaeus*). Von diesen 10 Tieren - der hier beschriebene Fall eingeschlossen - konnten 4 Abendsegler sowie eine Mückenfledermaus noch am Fundtag wieder freigelassen werden, während ein Abendsegler bis zur Entlassung eine 3monatige Pflege benötigte. 2 der lebend entdeckten Abendsegler waren „äußerlich unverletzt" bzw. wiesen nur unbedeutende „Flughautverletzungen" auf - sie starben aber jeweils am Folgetag, ein Abend-

segler verendete nach mehrwöchiger Pflege und eine Mückenfledermaus „plötzlich" nach einer mehrtägigen Betreuung.

Daß Fledermäuse an WEA verunglücken, aber noch lebend angetroffen werden, kommt demnach vereinzelt vor. Immerhin konnten 50 % dieser Individuen sofort wieder freigelassen werden, die übrigen erst nach langer Pflege (10 %), oder sie starben nach mehr oder weniger langer Betreuungszeit (40 %).

3. Immer wieder werden Fledermäuse unter WEA tot aufgefunden, die keine äußerlich sichtbaren Verletzungen aufweisen. Der Anteil in jüngster Zeit sezierter Individuen ohne Frakturen, aber mit Hämothorax oder anderen inneren Blutungen lag nach BEHR & VON HELVERSEN (2006) bei 87 %. Nach BRINKMANN et al. (2006a, 2006b) scheint der Anteil von an WEA umgekommenen Fledermäusen mit inneren Verletzungen sogar noch größer zu sein. Der am 3.X.2004 im östlichen Brandenburg gefundene Abendsegler hatte äußerlich keine sichtbaren Verletzungen, zu mindestens keine Frakturen oder auffällige Kopfverletzungen. Ob er auch sonst („innerlich") verletzungsfrei war, ließ sich verständlicherweise nicht erkennen. Womöglich waren seine inneren Beschädigungen aber so geringfügig, daß er am Leben blieb. Dennoch wäre dieser Abendsegler wahrscheinlich gestorben wie andere Fledermäuse ohne erkennbare Verletzungen auch; denn aus der hilflosen Rückenlage hätte sich das Tier vermutlich von sich aus nicht retten können, wenn es nicht den beschriebenen, für ein Wildtier heftigen, äußeren Anlaß durch das Erscheinen d. A. und die daraus resultierende direkte menschliche Hilfeleistung gegeben hätte.

4. Nicht nur die zu knappen Abstände zu Wäldern sind oft die Ursache für hohe Fledermaus-Verluste durch WEA, sondern in der offenen Landschaft auch deren viel zu geringe Entfernungen zu Feldgehölzen, Baumzeilen, Alleen, Gebüschreihen, die den Tieren als Leitlinien dienen (Titelfoto, Abb. 4).

Schrifttum

BEHR, O., & VON HELVERSEN, O. (2006): Gutachten zur Beeinträchtigung im freien Luftraum jagender und ziehender Fledermäuse durch bestehende Windkraftanlagen. Wirkungskontrolle zum Windpark „Roßkopf" (Freiburg i. Br.) im Jahr 2005. Friedrich-Alexander-Univ. Erlangen-Nürnberg/Inst. f. Zoologie II. Erlangen.

BRINKMANN, R., & BONTADINA, F. (2006a): Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg. Planungsbüro Dr. Robert Brinkmann. Gundelfingen.

-, MEYER, K., KRETZSCHMAR, F., & VON WITZLEBEN, J. (2006b): Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse. Hrsg.: Regierungspräsidium Freiburg. Freiburg.

GEBHARD, J. (1997): Fledermäuse. Birkhäuser Verlag. Basel – Boston – Berlin.

Dr. JOACHIM HAENSEL, Brascheweg 7, D-10318 Berlin-Karlshorst, E-Mail: haensel.joachim@nyctalus.com

Nyctalus (N.F.), Berlin **12** (2007), Heft 2-3, S. 293-296

Referate zum Thema

AHLÉN, I. (2002): **Fladdermöss och fåglar dödade av vindkraftverk**. Fauna & Flora **97**(3), 14-21.

In der Zeit vom 24.VIII. bis 10.X.2002 wurden in den Provinzen Gotland, Öland, Biekinge und Skane 160 WEA untersucht und 17 Fledermäuse in 6 Arten als Schlagopfer gefunden: *Eptesicus nilssonii* (8 Ex.), *Vespertilio murinus* (1 Ex.), *Nyctalus noctula* (1 Ex.), *Pipistrellus nathusii* (5 Ex.), *P. pipistrellus* (1 Ex.) und *P. pygmaeus* (1 Ex.). Ungefähr die Hälfte der Fledermäuse gehört den Nichtziehern (Nord-, Zwerg- und Mückenfledermaus), die andere Hälfte den Fernziehern an (Abendsegler, Zweifarb- und Rauhhautfledermaus). Allerdings ist der Status der Mückenfledermaus hinsichtlich eventueller Migrationsaktivitäten noch nicht völlig geklärt. Es wird daran appelliert, die Standortplanung von WEA sorgfältiger vorzunehmen. HAENSEL (Berlin)

AHLÉN, I. (2003): **Wind turbines and bats – a pilot study**. Final report 11 December 2003. Uppsala (5 pp.).

In dem ein Jahr später an die Swedish National Energy Administration eingereichten Abschlußbericht (2004 ins Englische übersetzt) werden die bereits im Jahr zuvor publizierten Ergebnisse wiederholt (vgl. AHLÉN 2002). Folgende Punkte sind berücksichtigt: Introduction, Problem definition, Implementation, Reasons for collisions with wind turbines, The hypothesis of acoustic attraction, The hypothesis that bats do not use echolocation during migration, The hypothesis that exhausted bats believe they have found a tree to rest in, The hypothesis of insect attraction, Bats killed by wind turbines, Results, Recommendations until further knowledge is available, Suggestions for research and practical experiments, References on bats and turbines, References on bat migration in Sweden. Die vorgebrachten Argumente bestätigen, daß auch von den WEA in Schweden eine objektive Gefährdung für Fledermäuse ausgeht, sowohl für die residenten als auch für die migrierenden Arten. HAENSEL (Berlin)

BACH, L., HÄMKER, S., & RAHMEL, U. (2005): **Untersuchungen zur Kollisionshäufigkeit von ziehenden Fledermäusen mit Windkraftanlagen in Bremen.** Fledermauskundlicher Fachbeitrag. Harpstedt (23 pp.).

An drei WEA-Standorten in der Stadtgemeinde Bremen wurden zwischen dem 25.VII. und 15.X.2005 insgesamt 12 WEA zweimal pro Woche in den frühen Morgenstunden nach Schlagopfern abgesucht. Die Methodik ist im übrigen eingehend beschrieben, die „Findewahrscheinlichkeit" berechnet. Am Standort 1 (Stahlwerke Bremen) konnten im angeführten Zeitraum keine Fledermäuse unter den WEA gefunden werden, am Standort 2 (BAB A27) ebenfalls keine, aber am Standort 3 (BAB A1) demgegenüber 2 Abendsegler (je einer am 5. bzw. 12.IX.2005). Die Befunde, die bei weitem hinter den Erwartungen zurückblieben, werden bewertet und diskutiert.

HAENSEL (Berlin)

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.).** Friedrich-Alexander-Univ. Erlangen-Nürnberg/Inst. f. Zoologie II. Erlangen (38 pp.).

Die Untersuchung konzentrierte sich auf zwei Schwerpunkte: 1. Registrierung von Totfunden unter WEA. 2. Monitoring im Luftraum um die WEA. Die Arbeiten fanden auf dem „Roßkopf" (bei mehr als 700 m NN) an 4 WEA statt. Die ausführliche Arbeit kann an dieser Stelle nur in groben Zügen beschrieben werden. Methodisch wurde wie folgt vorgegangen: Akustisches Monitoring mittels „Batcorder", akustisches und optisches Monitoring mittels Detektor, Fernglas und Restlichtverstärker, Registrierung von Totfunden. In den Ergebnissen wird darauf eingegangen, ob die WEA-Gondeln selbst irgendwelche Quartiermöglichkeiten bieten, was eher für unwahrscheinlich gehalten wird. Mit dem Batcorder wurden folgende 10 (Mindestzahl) Arten registriert: *Pipistrellus pipistrellus*, *P. nathusii*, *P. pygmaeus*, *Nyctalus leisleri*, *N. noctula*, *Plecotus* spec., *Myotis brandtii/mystacinus*, *M. bechsteinii*, *M. daubentonii*, *Myotis* spec. Eine Graphik verdeutlicht, an welchen von den vier Positionen die meisten Nachweise gelangen: WEA-Gondel (Plattform), Aussichtsturm (Plattform), WEA (Fuß), Aussichtsturm (Fuß). Zwergfledermäuse und – aber bereits mit erheblichem Abstand – Kleinabendsegler sind die Arten, deren Aktivitäten an allen Positionen am häufigsten aufgezeichnet wurden. In der Höhe wurden die Fledermäuse zeitlich später aktiv als unten. Weitere Besonderheiten werden unter anderem im Rahmen von paarweisen Vergleichen herausgearbeitet. Hinsichtlich der Detektorbegehungen ergaben sich keine Unterschiede zur automatisierten Aufzeichnung mit dem Batcorder. Beobachtungen mit dem Fernglas 2 Std. vor Sonnenuntergang (zum Nachweis von sichtbarem Zug des Abendseglers) und mit dem Restlichtverstärker (Nachweis von direkten Kollisionen mit Rotoren) blieben ergebnislos. Es gelang jedoch der Nachweis einer in den frühen Morgenstunden 45 sec lang jagenden Zwergfledermaus direkt im Gondelbereich. Präsentiert werden des weiteren positive Erfassungen von Fledermäusen mit einer Wärmebildkamera. Ausführlichst werden die ermittelten 44 Totfunde ausgewertet: Distanz zum WEA-Fuß; Hochrechnung auf die Gesamtfläche; experimentelle Schwund-Bestimmung; Artenspektrum der Totfunde (4 Arten in abnehmender Reihenfolge der Häufigkeit: *P. pipistrellus*, *N. leisleri*, *P. nathusii*, *P. pygmaeus*) mit einem Vergleich zu den akustisch auf Gondelhöhe

ermittelten Arten; phänologische Verteilung auf den Untersuchungszeitraum (Schwerpunkt: August); Zusammenhänge zwischen den Totfunden und der Windrichtung und -geschwindigkeit. Im Kapitel Zusammenfassung und Schlußfolgerungen wird auch eingehend zur Frage nach den Möglichkeiten zu Manipulationen (als mutmaßlich überzogene Aktionen extremer Windkraftgegner) Stellung bezogen (sehr lesenswert!). Des weiteren wird bei dieser Gelegenheit auf die vertikale Strukturierung der Fledermausartengemeinschaft Bezug genommen sowie darauf, welchen Beeinträchtigungen die von Fledermäusen aufgesuchten Habitate durch die WEA ausgesetzt sind. Auch der Frage nach den möglichen Ursachen für die Fledermaus-Totfunde an den WEA wird nachgegangen (Quetschungen in vermeintlichen Spaltenquartieren, Rotorschlag, Anlockeffekte durch Wärmeabstrahlung). Im Pkt. „Zeitliche Eingrenzung des Gefährdungspotentials" werden die Auswirkungen des Jahreszyklus, der Windgeschwindigkeit und des Insektenaufkommens bewertet. Auch der Pkt. „Schlußfolgerungen und Empfehlungen" läßt kaum Wünsche offen: Beurteilungen zur Beeinträchtigung der Fledermausfauna, zum Schutzstatus von Arten, zu Maßnahmeempfehlungen mit Wirksamkeitsnachweis. Diese und die nachfolgend referierte Studie sollten alle, die sich der Thematik „Fledermäuse und Windenergie" nähern wollen oder müssen, unbedingt kennen

HAENSEL (Berlin)

BEHR, O., & VON HELVERSEN, O. (2006): **Gutachten zur Beeinträchtigung im freien Luftraum jagender und ziehender Fledermäuse durch bestehende Windkraftanlagen. Wirkungskontrolle zum Windpark „Roßkopf" (Freiburg i. Br.) im Jahr 2005.** Friedrich-Alexander-Univ. Erlangen-Nürnberg/Inst. f. Zoologie II. Erlangen (30 pp. u. Anlagen).

Im großen und ganzen orientiert sich dieses Gutachten, das ein Jahr später (2005) erarbeitet wurde, an den Fragestellungen des Vorjahres (vgl. BEHR & VON HELVERSEN 2005). Insbesondere sollte nach den Aussagen der Autoren das Ergebnis von 2005 dem von 2004 gegenübergestellt werden, und zwar besonders hinsichtlich der Anzahl an Totfunden; des weiteren sollte die naturschutzfachliche Erheblichkeit überprüft und das Ergebnis auf eine noch breitere Materialbasis gestellt werden. 2005 mußten gegenüber 2004 etwas weniger tote Fledermäuse aufgesammelt werden: 31 statt 44 Individuen. Es konnten diesmal nur 2 Arten sicher determiniert werden: *Pipistrellus pipistrellus* (23 Ex.) und *Nyctalus leisleri* (4 Ex.), darüber hinaus eine nicht mehr identifizierbare *Pipistrellus*-Art (4 Ex.). Die veterinärmedizinischen Untersuchungen ergaben, daß 87 % der Totfunde einen Hämothorax oder andere innere Blutungen aufwiesen. Äußerst wichtig sind auch Vermeidungsvorschläge, so unter anderem zum Abschaltalgorithmus bei relativ niedrigen Windgeschwindigkeiten.

HAENSEL (Berlin)

BRINKMANN, R., MEYER, K., KRETZSCHMAR, F., & VON WITZLEBEN, J. (2006): **Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse**. Hrsg.: Regierungspräsidium Freiburg. Freiburg (20 pp.).

Diese großformatige Broschüre wendet sich aufklärend weit über den Kreis der wissenschaftlich arbeitenden Fledermauskundler hinaus an die vielen Interessenten im Natur- und Fledermausschutz. Der Leser erfährt umfassend, welche Gefahren besonders den Fledermäusen durch die Windenergieanlagen drohen. Die bisher ermittelten Fakten (nicht nur aus dem RB Freiburg) werden allgemeinverständlich aufgearbeitet, mit Graphiken und zahlreichen eindrucksvollen Fotos unterlegt. Es wird präsentiert, wie man das für Fledermäuse bestehende hohe Kollisionsrisiko an WEA ermittelt (Aufsammlung von Schlagopfern, Laboruntersuchungen zur Todesursache, Beobachtungen mit der Wärmebildkamera, Einsatz von Batcordern). Es wird versucht folgende Fragen zu beantworten: In welchem Umfang Fledermäuse durch WEA betroffen sind, warum Fledermäuse an WEA verunglücken, welche Todesursachen ermittelt werden konnten. Ausführlich wird die naturschutzrechtliche Seite bei Planungs- und Genehmigungsverfahren von WEA beleuchtet. Ganz wichtig ist, daß ausdrücklich darauf hingewiesen wird, welche Methoden zum Einsatz kommen sollten (müßten), wenn neue Standorte von WEA aus Sicht des Fledermausschutzes zu bewerten sind. Nicht nur den Fledermausschützern, sondern vor allem den Betreibern von bestehenden und geplanten WEA kann die Schrift zum Studium wärmstens ans Herz gelegt werden, vor allem im Sinne der im Kapitel „Wie lassen sich Konflikte verhindern oder minimieren?" vorgestellten und empfohlenen Vermeidungsmaßnahmen.

HAENSEL (Berlin)

DUBOURG-SAVAGE, M. (2004): **Impacts des éoliennes sur les Chiroptères, de l'hypothèse à la réalité**. Arvicola **XVI**(2), 44-48. **(Einfluß von Windenergeianlagen auf Fledermäuse - von der Hypothese zur Realität)**

Die Autorin, eine Kennerin der Szene in Frankreich und Europa, beschreibt zunächst die Auswirkungen von WEA auf Fledermäuse im allgemeinen. Einige der bislang in Europa durchgeführten Studien werden vorgestellt und die Anzahl der verunglückten Fledermäuse artspezifisch dargelegt. In Frankreich ist bislang nur in einem küstennahen Windpark in der Vendee systematisch nach Totfunden gesucht worden. Dort allerdings wurden 2003 insgesamt 14 Kadaver gefunden, in 2004 schon 25. Weitere Totfunde von anderen Anlagen liegen vor. An betroffenen Arten werden vor allem *Pipistrellus*-Arten genannt, sowie Große und Kleine Abendsegler (*Nyctalus noctula*, *N. leisleri*) und die Alpenfledermaus (*Hypsugo savii*). Die Gründe der Mortalität und die Abhängigkeit von den Jahreszeiten werden diskutiert. Zum Schluß werden einige Empfehlungen für die verträglichere Platzwahl von WEA genannt. Internationale und europäische Initiativen zur Lösung der Problematik werden vorgestellt.

CHRISTINE HARBUSCH (Perl-Kesslingen)

HÖTKER, H. (2006): **Auswirkungen des „Repowering" von Windkraftanlagen auf Vögel und Fledermäuse.** Michael-Otto-Institut im NABU (40 pp., aus dem Internet).

Das Zauberwort für Windkraftbetreiber heißt seit kurzem „Repowering"; dies bedeutet, daß vorhandene ältere, kleinere, weniger leistungsfähige WEA gegen größere (somit auch höhere) und damit deutlich mehr Leistung erbringende ausgetauscht werden. Die Studie belegt anhand umfangreicher Literaturauswertungen, daß durch Repowering das Risiko für Fledermäuse, zu Schlagopfern zu werden, weiter ansteigt, aber anscheinend nicht so stark wie bei Vögeln (?). Die Kollisionsraten für Fledermäuse schwankten beträchtlich zwischen 0 und 103 (!) Kollisionen pro WEA und Jahr. Die höchsten Raten wurden bei Standorten im bzw. am Wald erreicht. Demgegenüber kann die Schlagopferzahl im offenen Gelände bis auf 0 absinken. Die wichtigste Schlußfolgerung heißt demnach erneut: keine WEA im Wald oder am Waldrand aufzustellen. Auf die inzwischen längst bekannte und anerkannte Tatsache, daß zur Schlagopfervermeidung bezüglich der Fledermäuse grundsätzlich die Nähe zu jeder Art von Gehölzen (gemeint sind sowohl kleine Feldgehölze als auch Reihengehölze und Hecken) zu meiden ist, wird nicht eingegangen. In der Studie wird der neueste Stand der Fledermausverluste an Windenergieanlagen (Stichtag: 22.09.2006) nach der zentralen Erfassung im LUA Brandenburg mitgeteilt (546 Ex. in Deutschland, darunter neuerdings auch Nord-, Teich- und Große Bartfledermaus).

HAENSEL (Berlin)

HÖTKER, H., THOMSEN, K.-M., & KÖSTER, H. (2004 bzw. 2005): **Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse – Fakten, Wissenslücken, Anforderungen an die Forschung, ornithologische Kriterien zum Ausbau von regenerativen Energiegewinnungsformen.** Endbericht. Michael-Otto-Institut im NABU (80 pp., aus dem Internet bzw. aus BfN-Scripten **142**. Bonn-Bad Godesberg).

Diese Untersuchung, deren „Endbericht" im Dez. 2004 dem BfN übergeben und ins Internet gestellt wurde (s. Naturschutz heute **2/07**, p. 17), baut auf einer sehr umfangreichen, das Weltschrifttum weitgehend berücksichtigenden Literaturrecherche auf. Mehr als deutlich wird sichtbar, welche enormen Fortschritte in den Erkenntnissen, besonders bezüglich der Fledermäuse, inzwischen eingetreten sind. Entsprechend dem damaligen Stand hat es noch den Anschein, als spielten die Verluste an Fledermäusen im Zusammenhang mit Windenergieanlagen, im Gegensatz zu den Vögeln, eher eine untergeordnete Rolle. Die Statistik der Zentralen Erfassungsstelle in der Staatlichen Vogelschutzwarte beim LUA Brandenburg wies erst 245 WEA-Fledermaus-Schlagopfer aus (davon mußten die 70 Thüringer Nachweise übrigens inzwischen wegen Unregelmäßigkeiten, mit unzureichender Dokumentation einhergehend, sogar noch gestrichen werden!) gegenüber rund 700 zum gegenwärtigen Zeitpunkt (Mai 2007). Die grundsätzlichen Schlußfolgerungen der Studie treffen hingegen bezüglich der Fledermäuse, obwohl diese, offensichtlich mangels eines entsprechenden Spezialisten, nicht absolut im Vordergrund standen, absolut zu: WEA-Standorte gehören nicht in die Nähe von Feuchtgebieten, Wäldern und auch nicht auf Gebirgsrücken. WEA-Standorte sind „möglichst wenig attraktiv für potentielle Kollisionsopfer zu machen", und die „Aufreihung der Anlagen in einem Windpark sollte parallel und nicht quer zu den Hauptflugrichtungen" erfolgen. Zahlreiche Fragen, die heute heiß diskutiert werden, standen vor zwei Jahren noch nicht zur Debatte.

HAENSEL (Berlin)

JAIN, A., KERLINGER, P., CURRY, R., & SLOBODNIK, L. (2007): **Annual Report for the Paple Ridge Wind Power Project. Postconstruction Bird and Bat Fatality Study – 2006.** Syracus (61 pp.).

Im Rahmen dieses WEA-Projektes westlich von Lowville (N.Y., USA), in das insgesamt 120 Vestas-Anlagen integriert sind, fielen in Jahresfrist immerhin 384 Fledermäuse an, von denen aber (leider) nur 220 bestimmt und bearbeitet werden konnten! Folgende 5 Arten wurden festgestellt: *Lasiurus cinereus* (Hoary bat: 85 Ex. = 45,95 %), *Lasionycteris noctivagans* (Silver-haired bat: 27 Ex. = 14,59 %), *Lasiurus borealis* (Eastern red bat: 24 Ex. = 12,97 %), *Myotis lucifugus* (Little brown bat: 25 Ex. = 13,51 %) und *Eptesicus fuscus* (Big brown bat: 10 Ex. = 5,41 %), des weiteren noch *Myotis* spec. (8 Ex. = 4,32 %) und nicht näher identifizierbare Fledermäuse (6 Ex. = 3,24 %). Die größte Zahl an Todesfällen wurde auf dem Herbstzug vom 1.VII. bis 31.VIII.2006 registriert (69,9 %). Die umfangreiche Studie wird in den kommenden Jahren fortgesetzt.

HAENSEL (Berlin)

KUSENBACH, J. (2005): **Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Fledermäuse.** Landschaftspfl. u. Natursch. in Thüringen **42**(2), 56-61.

Der Beitrag beschäftigt sich mit dem „derzeitigen Kenntnisstand über die Wirkungen von WEA auf Fledermäuse und präsentiert aktuelle Ergebnisse einer Untersuchung an thüringischen Anlagen." Die Entwicklung in Deutschland wird aufgezeigt (mit Statistik der zentralen Erfassungsstelle für Deutschland im LUA Brandenburg; diese enthielt seinerzeit noch 70 Thüringer Schlagopfer, darunter 7 Mausohren, *Myotis myotis*, denen neuerdings nachvollziehbar die Anerkennung versagt wird) mit Gefährdungsursachen. Im Detail werden als solche aufgeführt und ausführlich erläutert: Kollision mit Rotorblättern (Fledermausschlag), Tötung durch Druckeinwirkung, Tötung durch technische Bauteile, Meidung von Jagdgebieten. An Schlagopfern unter WEA für das Jahr 2004, alle zwischen Anf. August und Anf. Oktober angefallen, werden für 18 Windparks aufgeführt: 4 *Pipistrellus nathusii*, 3 *P. pipistrellus*, 2 *Vespertilio murinus*, 2 *Nyctalus noctula*, 1 *N. leisleri*, 1 *Plecotus auritus* und 1 unbestimmte Fledermaus, alles in allem 14 Individuen. Bezüglich fledermauskundlicher Fachbeiträge im Rahmen von Umweltprüfungen zu geplanten Windpark-Standorten werden Vorschläge zu folgenden Punkten unterbreitet: Methodik

von Windpark-Untersuchungen, Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen, Ausgleichsmaßnahmen, Ersatzmaßnahmen und Wirkungskontrollen (Monitoringmaßnahmen). Wichtig sind nicht zuletzt die zitierten Beispiele aus der Praxis im Land Brandenburg. HAENSEL (Berlin)

SATTLER, T., & BONTADINA, F. (2005): **Grundlagen zur ökologischen Bewertung von zwei Windkraftgebieten in Frankreich aufgrund der Diversität und Aktivität von Fledermäusen.** Kurzbericht. Stadtökologie, Wildtierforschung, Kommunikation. Zürich u. Stuttgart (24 pp.).

Mit Detektor-Untersuchungen in drei Ebenen (Bodenstation; 30 m = untere Rotorhöhe; 90 m = obere Rotorhöhe, Aufnahmen in der Höhe mit zwei an Zeppelinen aufgezogenen „Batboxes") wurden an mehreren Standorten mit und ohne WKA Erfassungen von Fledermäusen durchgeführt. Untersucht wurden folgende Probleme: 1.) Welche Fledermausarten sind zu erwarten und welche konnten tatsächlich bioakustisch nachgewiesen werden? 2.) Welche Arten sind in der Umgebung von WKA-Standorten am Boden und auf der Höhe von WKA nachweisbar und wie groß ist ihre Aktivität? 3.) Welche Folgerungen können aus den Nachweisen und aus einem Vergleich von geplanten WKA-Standorten mit bestimmten Kontrollgebieten gezogen werden? Die Gesamtheit der Ergebnisse kann an dieser Stelle schlichtweg nicht präsentiert werden, nur einige Hinweise: Fledermausaktivitäten konnten bis zur oberen Rotorhöhe (90 bzw. 150 m) von Angehörigen der *Eptesicus*- und *Pipistrellus*-Gruppe festgestellt werden. Insgesamt sind 7 Arten ermittelt worden: *Pipistrellus pipistrellus*, *P. kuhlii*, *P. nathusii*, *Barbastella barbastellus*, *Eptesicus serotinus*, *Nyctalus noctula*, *Rhinolophus ferrumequinum* sowie Angehörige der Artengruppe *Myotis* spec. Hervorzuheben ist auch der Beweis dafür, „daß in der Höhe von WKA-Rotoren eine spezifische Zusammensetzung von Fledermäusen aktiv ist." Es wird empfohlen, zukünftig zur Beurteilung von Windparks im Stadium der Planung Untersuchungen zur Diversität und Aktivität der Fledermäuse mit bioakustischen Methoden sowohl am späteren Standort als auch in Kontrollregionen durchzuführen, und zwar aufgezeichnet in unterschiedlichen Höhen sowie über die gesamte Saison hinweg. Da fragt man sich, ob dies jemand noch bezahlen kann (und will). HAENSEL (Berlin)

TRAXLER, A., WEGLEITNER, S., & JAKLITSCH, H. (2004): **Vogelschlag, Meideverhalten und Habitatnutzung an bestehenden Windkraftanlagen Prellenkirchen – Obersdorf – Steinberg/Prinzendorf.** Endbericht Dez. 2004. Büro f. Biologie, Ökologie u. Naturschutzforschung. Gerasdorf b. Wien ((106 pp.).

Obwohl die Fledermäuse im Titel nicht ausdrücklich genannt sind, enthält das sehr umfangreiche Gutachten eine Reihe von wichtigen Befunden zum Generalthema „Fledermäuse und Windenergie". Die Untersuchungen fanden in drei Windparks des östlichen Bereichs der pannonischen Region Niederösterreichs statt. 5 WEA (Obersdorf 2 von 5, Prellenkirchen 2 von 8, Steinberg 1 von 9 WEA; in der Nähe jeweils weitere Windparks) wurden täglich nach Schlagopfern abgesucht. Im Gegensatz zu den Recherchen über das Vorkommen von Vögeln sind bezüglich der Fledermäuse „keine" (Steinberg-Prinzendorf), „nur wenige" (Obersdorf) bzw. „mehrfach und mehrtägig" (Prellenkirchen) entsprechende Beobachtungen gemacht worden. In letztgenanntem Fall handelte es sich vor allem um sichtbaren Herbstzug von (Großen) Abendseglern (*Nyctalus noctula*) während der Tagesstunden im Oktober. Ein Meideverhalten im Bereich der WEA konnte bei Abendsegler-Beobachtungen am Nachmittag nicht festgestellt werden.

Die Studie kann sich hinsichtlich der Fledermäuse überwiegend nur auf das Auffinden von Schlagopfern stützen. Insgesamt gelangen folgende Totfunde: 11 (Große) Abendsegler, 2 Rauhhautfledermäuse (*Pipistrellus nathusii*) und 1 Graues Langohr (*Plecotus austriacus*). Unter Berücksichtigung von Sucheffizienz und Verschleppungsrate (methodische Herangehensweise ist beschrieben) wurde eine Kollisionsrate berechnet, die für alle drei Windparks zusammengefaßt bei 5,33 Fledermäuse pro WEA und Jahr (Schwankungsbreite: 0 bis 8,33) liegt. Als Fazit der Analyse wird mitgeteilt, daß sich Fledermausschlag minimieren läßt, wenn die Hauptzugrouten des Abendseglers frei von WEA bleiben, ebenso solche Territorien, die besonders häufig von jagenden Chiropteren aufgesucht werden. Es wird die absolut nachvollziehbare Forderung erhoben, daß bei Windparks in der Planung „aus naturschutzfachlicher Sicht hinsichtlich kollisionsbedingter Mortalität auch die Gruppe der Fledermäuse sorgsam und fallspezifisch zu prüfen ist."

HAENSEL (Berlin)

Inhalt

Vorwort 107

Originalarbeiten

DÜRR, T.: Die bundesweite Kartei zur Dokumentation von Fledermausverlusten an Windenergieanlagen – ein Rückblick auf 5 Jahre Datenerfassung 108

BEHR, O., EDER, D., MARCKMANN, U., METTE-CHRIST, H., REISINGER, N., RUNKEL, V., & VON HELVERSEN, O.: Akustisches Monitoring im Rotorbereich von Windenergieanlagen und methodische Probleme beim Nachweis von Fledermaus-Schlagopfern – Ergebnisse aus Untersuchungen im mittleren und südlichen Schwarzwald 115

LEHMANN, B., & ENGEMANN, C.: Nachweis einer Alpenfledermaus (*Hypsugo savii*) als Schlagopfer in einem Windpark in Sachsen-Anhalt 128

GRUNWALD, T., SCHÄFER, F., ADORF, F., & VON LAAR, B.: 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 131

HAENSEL, J.: Aktionshöhen verschiedener Fledermausarten nach Gebäudeeinflügen in Berlin und nach anderen Informationen mit Schlußfolgerungen für den Fledermausschutz 141

NIERMANN, I., BEHR, O., & BRINKMANN, R.: Methodische Hinweise und Empfehlungen zur Bestimmung von Fledermaus-Schlagopferzahlen an Windenergiestandorten 152

OTTO, C.-W.: Über den Schutzstatus der Fledermäuse und dessen Bedeutung in Bauleitplanungs- und Genehmigungsverfahren 163

SEICHE, K., ENDL, P., & LEIN, M.: Fledermäuse und Windenergieanlagen in Sachsen – Ergebnisse einer landesweiten Studie 2006 170

GRUNWALD, T., & SCHÄFER, F.: Aktivität von Fledermäusen im Rotorbereich von Windenergieanlagen an bestehenden WEA in Südwestdeutschland – Teil 2: Ergebnisse 182

SKIBA, R.: Die Fledermäuse im Bereich der Deutschen Nordsee unter Berücksichtigung der Gefährdungen durch Windenergieanlagen (WEA) 199

WALTER, G., MATTHES, H., & JOOST, M.: Fledermauszug über Nord- und Ostsee – Ergebnisse aus Offshore-Untersuchungen und deren Einordnung in das bisher bekannte Bild zum Zuggeschehen 221

ZAGMAJSTER, M., JANCAR, T., & MLAKAR, J.: First records of dead bats (*Chiroptera*) from wind farms in Croatia 234

DÜRR, T.: Möglichkeiten zur Reduzierung von Fledermausverlusten an Windenergieanlagen in Brandenburg 238

HAENSEL, J.: Zur Fledermausfauna auf der Vorhabensfläche des geplanten Windparks Kablow bei Berlin 253

GÖTTSCHE, M., & GÖBEL, H.: Teichfledermaus (*Myotis dasycneme*) als Kollisionsopfer an einer Windenergieanlage 277

Aus dem Internet 282

BRINKMANN, R., SCHAUER-WEISSHAHN, H., & BONTADINA, F.: Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg. – MARTY, C.: Neuigkeiten zum Thema „Windkraft und Fledermäuse" (aus unterschiedlichen Quellen). – Fledermaus-Verunglückungsgefahren an Offshore-Windenergieanlagen (G. KOLBE & Prof. Dr. R. SKIBA: Übersetzung der Zusammenfassung von ALÉN, I., et al.: Gefahren für Fledermäuse an Offshore Windenergieanlagen [Schlussbericht für 2006 an die schwedische Energiebehörde]).

Kleine Mitteilungen 287

FÖRSTER, F.: Wichtiges aus dem Gerichtssaal zum Konflikt „Fledermäuse und Windenergieanlagen": Sächsisches Oberverwaltungsgericht, Urteil vom 25.10.2006, Az.: 1 D 3/03, wegen Nichtigkeit des Regionalplanes „Oberlausitz-Niederschlesien". – BRINKMANN, R., BEHR, O., DE WOLF, B., & NIERMANN, I.: Bundesweites Forschungsvorhaben zur „Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an On-Shore-Windenergieanlagen" angelaufen. – HAENSEL, J.: Unter einer Windenergieanlage entdeckter, für tot gehaltener Abendsegler (*Nyctalus noctula*) startet aus eigener Kraft

Referate zum Thema 293

Sie haben jederzeit und kurzfristig die Chance, vorhandene Lücken in Ihrer NYCTALUS-Reihe zu schließen!

NYCTALUS (Neue Folge)

Da bei uns immer wieder nachgefragt wird, welche Ausgaben der Fledermaus-Fachzeitschrift NYCTALES (N.F.) z.Z. noch erhältlich sind, übermitteln wir nachstehend die aktuelle Übersicht (mit Preisangaben):

Band **3***	/Heft 2 (1990)	10,00 €
	/Heft 3 (1990)	vergriffen
Band **4**	/Heft 3 (1990)	10,00 €
	/Heft 4 (1992)	10,00 €
	/Heft 5 (1992)	10,00 €
	/Heft 6 (1992)	10,00 €
	/Sonderheft 1 (1992)**	10,00 €
Band **5**	/Heft 1 (1994)	10,00 €
	/Heft 2 (1994)	10,00 €
	/Doppelheft 3-4 (1994)	15,00 €
	/Heft 5 (1995)	10,00 €
	/Heft 6 (1995)	10,00 €
Band **6**	/Heft 1 (1996)	11,00 €
	/Heft 2 (1996)	11,00 €
	/Heft 3 (1997)	11,00 €
	/Heft 4 (1997)	11,00 €
	/Heft 5 (1998)	11,00 €
	/Heft 6 (1998)	11,00 €
	/Sonderheft 2 (1998)**	13,00 €
Band **7**	/Heft 1 (1999)	11,00 €
	/Heft 2 (1999)	11,00 €
	/Heft 3 (2000)	11,00 €
	/Heft 4 (2000)	11,00 €
	/Heft 5 (2001)	11,00 €
	/Heft 6 (2001)	11,00 €
Band **8**	/Heft 1 (2001)	11,00 €
	/Heft 2 (2002)	11,00 €
	/Heft 3 (2002)	11,00 €
	/Heft 4 (2002)	11,00 €
	/Heft 5 (2003)	11,00 €
	/Heft 6 (2003) Themenheft	19,00 €
Band **9**	/Heft 1 (2003)	11,00 €
	/Heft 2 (2003)	11,00 €
	/Heft 3 (2004) Themenheft	11,00 €
	/Heft 4 (2004)	11,00 €
	/Heft 5 (2004)	11,00 €
	/Heft 6 (2005)	11,00 €
Band **10**	/Heft 1 (2005)	11,00 €
	/Heft 2 (2005) Themenheft	15,00 €
	/Doppelheft 3-4 (2005) Themenheft	18,00 €
Band **11**	/Heft 1 (2006)	11,00 €
	/Doppelheft 2-3 (2006)	20,00 €
	/Heft 4 (2006)	13,00 €
Band **12**	/Heft 1 (2007)	11,00 €

Anmerkungen:

* Band 3 umfaßte nur 3 Hefte.

** Titel: „Die Fledermaus im Spiegel vergangener Bräuche und früher Wissenschaft im Gebiet des Norddeutschen Tieflandes" (Autoren: NORBERT MESSAL & Dr. RALPH LABES)

*** Titel: „Fledertiere auf Briefmarken" (Autoren: JANA STEPANEK & Dr. WOLF-PETER FRIEDRICH)

Achtung! Die Nachdrucke der nachfolgend aufgeführten Ausgaben der Fledermaus-Fachzeitschrift NYCTALUS (N.F.) sind abrufbar und können beim Vertrieb (Anschrift s.u,) bestellt werden.

Band **1**	/Heft 1 (1978)	Band **2**	/Heft 5 (1988)
	/Heft 2 (1979)		/Heft 6 (1989)
	/Heft 3 (1980)	Band **3**	/Heft 1 (1989)
	/Doppelheft 4-5 (1982)	Band **4**	/Heft 1 (1991)
	/Heft 6 (1983)		/Heft 2 (1991)
Band **2**	/Heft 1 (1984)		
	/Heft 2 (1985)	Preis je Heft	7,50 €
	/Doppelheft 3-4 (1987)	Doppelhefte	12,00 €

Bestellungen nimmt entgegen: Renate Haensel, Brascheweg 7, 10318 Berlin, Tel./Fax: 0 30 / 509 99 66
www.nyctalus.com; E-Mail: haensel.joachim@nyctalus.com; service@nyctalus.com

ISSN 0138-2276 • Nyctalus (N.F.) • Berlin • Band 12 • Heft 2-3 • 2007 • S. 105-296