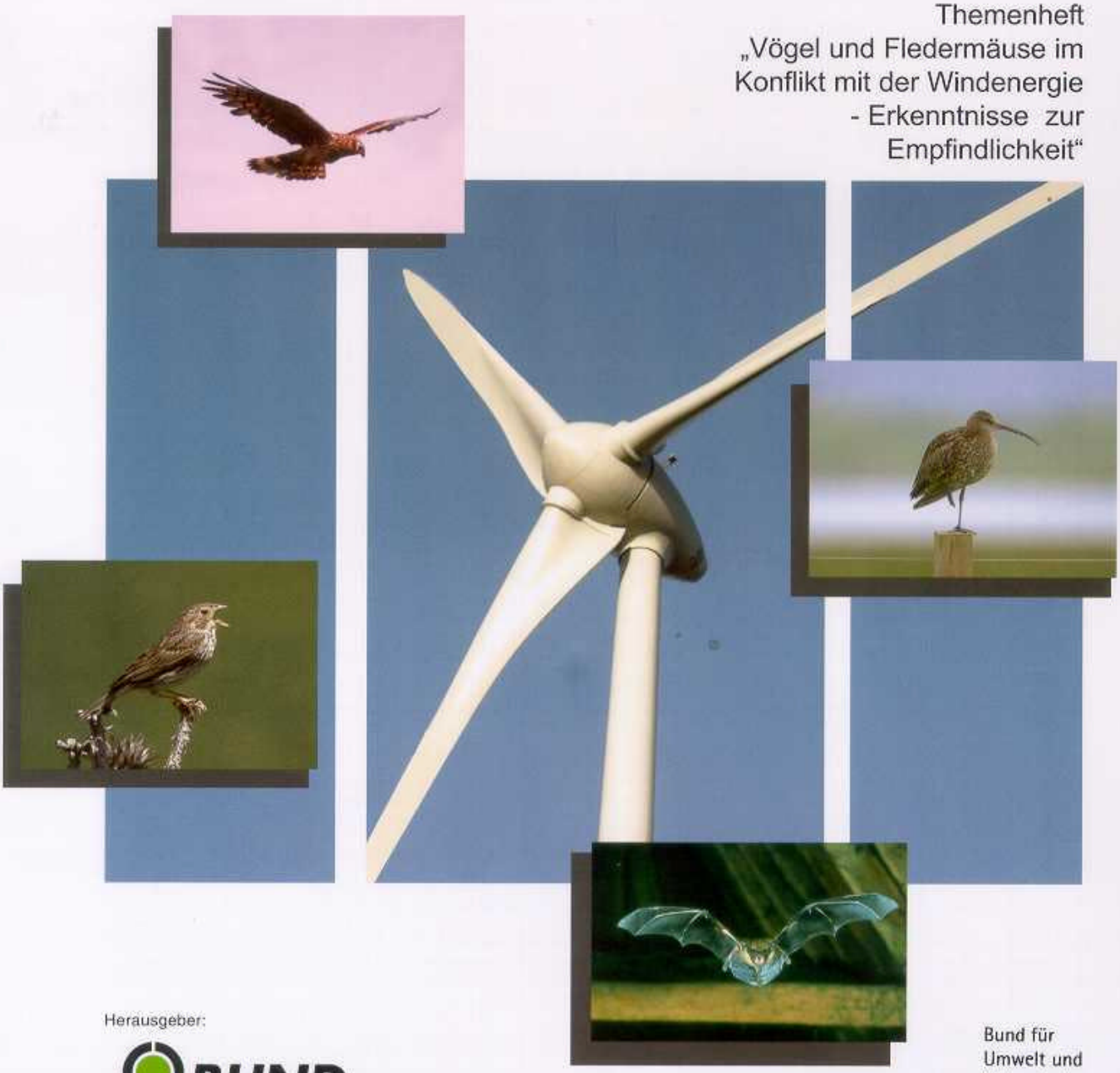
Bremer Beiträge
für Naturkunde und Naturschutz

Band 7
2004

Themenheft
„Vögel und Fledermäuse im Konflikt mit der Windenergie - Erkenntnisse zur Empfindlichkeit"



Herausgeber:
BUND
FREUNDE DER ERDE
Landesverband Bremen e.V.

Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland

ISSN 0946-0845

Fledermäuse als Schlagopfer von Windenergieanlagen - Stand der Erfahrungen mit Einblick in die bundesweite Fundkartei

Tobias Dürr & Lothar Bach

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit den bisher bekannten Verlusten von Fledermäusen aus 10 Arten an Windenergieanlagen in Deutschland (15 Arten in Europa). Bei Untersuchungen in Brandenburg und Sachsen scheint sich abzuzeichnen, dass die meisten Fledermäuse im Spätsommer und während des Herbstzuges gefunden werden, wobei die nicht gleichmäßig über das Jahr verteilten Kontrollen diese Schlussfolgerung nicht statistisch belegen und er somit lediglich als Hinweis zu betrachten ist. Etwa 93 % aller Fledermäuse wurden im Zeitraum ab Auflösung der Wochenstuben bis zum Ende des Herbstzuges (August - September) gefunden. 89 % aller Funde entfielen auf Anlagen, deren Mast maximal 100 m von Gehölzstrukturen entfernt stand. Es konnten, infolge der sehr heterogenen Datengrundlage, keine anlagetypenspezifische Unterschiede in Bezug zur Unfallträchtigkeit gefunden werden. Es kann bislang lediglich festgestellt werden, dass an nahezu allen untersuchten Anlagetypen Fledermausschlag auftritt. Deutlich wird allerdings, dass der Standort der WEA einen besonderen Einfluss auf die Zahl verunglückter Fledermäuse hat. Mögliche Ursachen der Fledermausverluste werden diskutiert, sie sind jedoch noch weitestgehend ungeklärt und verlangen entsprechende Untersuchungen. Aus diesem Grund wird ein Konzeptrahmen für zukünftige vergleichbare Untersuchungen dargestellt.

1 Einleitung

Bis in die 90´er Jahre des letzten Jahrhunderts waren nur vereinzelte Totfunde von Vögeln unter Windenergieanlagen (WEA) bekannt. Da bis dahin Windparks nur im küstennahen Offenland errichtet wurden, wurde an potentielle Gefahren für Fledermäuse nicht gedacht. War Fledermausschlag zu Beginn lediglich eine begründete Vermutung (Bach et al.1999, Rahmel et al. 1999), so ist dieses Risiko für die Tiere heute durch zahlreiche Nachweise im In- und Ausland belegt. Die ersten Nachweise von Fledermausschlag an WEA wurden in den 70´er Jahren aus Australien publiziert (Hall & Richards 1972). Osborne et al. (1996) beschrieben dann nach vielen Jahren erstmals wieder Fledermaustotfunde unter WEA, diesmal aus Minnesota (USA). Nach diesen Funden, die eher zufällig bei Untersuchungen zum Vogelschlag gemacht wurden, wurden die Untersuchungen anschließend intensiviert, so dass heute die besten Datengrundlagen zu diesem Thema aus den USA existieren (Anonymus 1999, Johnson et al. 2000, Johnson im Druck, Johnson et al. 2003, Keeley et al. 2001).

In Deutschland gab es bislang nur wenige Studien, die sich mit dem Verhalten (Rahmel et al. 1999, Bach 2001, 2002) und den Individuenverlusten von Fledermäusen an WEA beschäftigten. Der erste Fund einer Fledermaus unter einer deutschen WEA, im Jahr 1998, wurde von Vierhaus (2000) publiziert und blieb zunächst weitgehend unbemerkt. 1999 fing Heddergott in Thüringen mit der systematischen Nachsuche nach Kollisionsopfern an. Diese Daten wurden bis heute nicht publiziert und außer einer summarischen Zusammenstellung leider auch noch nicht zugänglich oder verifizierbar

gemacht. So brachte erst die Publikation der in 2001 erbrachten Zufallsfunde in Brandenburg (DÜRR 2001) eine Lawine ins Rollen. Seit 2002 trägt die Staatliche Vogelschutzwarte im Landesumweltamt Brandenburg, im Rahmen der Arbeitsteilung innerhalb der Länderarbeitsgemeinschaft der deutschen Vogelschutzwarten, in einer bundesweiten Fundkartei sämtliche publizierten und bekannt gewordenen Funde von an WEA verunglückten Vögeln und Fledermäusen zusammen. Der nachfolgende Beitrag, gestützt auf eine Datenbasis, für deren Übermittlung einer Vielzahl Personen zu danken ist, soll anhand der aktuellen Daten eine Übersicht über das bisher bekannte Wissen geben. Dabei versuchen wir, mögliche Zusammenhänge der bekannten Totfunde mit den vielfältigen Parametern der betreffenden WEA wie Nabenhöhe, Rotordurchmesser und Gesamthöhe herauszuarbeiten. Darüber hinaus soll ein möglicher Zusammenhang zwischen der Entfernung der WEA zur nächstgelegenen Gehölzstruktur als potentielles Jagdhabitat oder Struktur mit Leitlinienfunktion überprüft werden.

2 Fledermausverluste an Windenergieanlagen in Deutschland und Europa

Die zentrale Fundkartei weist für Deutschland bislang 243 Totfunde von 10 Fledermausarten an WEA auf, die in 8 verschiedenen Bundesländern gefunden wurden (Tab. 1). Die Daten aus Thüringen (70 Tiere aus 6 Arten) gehen sämtlich auf Aufsammlungen von M. HEDDERGOTT in den Jahren 1999 bis 2001 im Eichsfeld zurück. Bislang sind diese Fundmeldungen noch nicht ausreichend dokumentiert, dennoch lassen die von HEDDERGOTT mitgeteilten Fundumstände keinen Zweifel an der Realität der Daten zu. Die 7 Funde des Mausohrs *(Myotis myotis)* sind bundesweit die einzigen dieser Art und zugleich bislang die einzigen Funde einer Art der Gattung *Myotis* an einer europäischen WEA. Leider wurden diese Daten bislang nur mündlich mitgeteilt, eine Vorlage dieser Tiere steht jedoch bis heute aus. Laut DÜRR sind die Daten jedoch glaubwürdig. Wir sind jedoch der Überzeugung, dass die Mausohrfunde bis zu einer Vorlage der Tiere mit Vorsicht behandelt werden sollten. Die aus Schleswig-Holstein mitgeteilten Funde beziehen sich ausschließlich auf stichprobenartige Kontrollen mehrerer Windparks im Spätsommer und Herbst 2003 durch M. und M. GÖTTSCHE. Hierbei wurden drei Große Abendsegler *(Nyctalus noctula)*, in überwiegender Zahl jedoch Individuen der Gattung *Pipistrellus* gefunden. Eine genaue Artverifizierung lag zum Zeitpunkt der Materialauswertung noch nicht vor. Des weiteren besteht ein großes Wissensdefizit über die Situation in den in Tab. 1 nicht erwähnten Bundesländern und in den Bundesländern mit recht geringen Fundzahlen[1]. Nach gegenwärtiger Einschätzung sind fehlende Angaben allein auf das Fehlen entsprechender Erfassungen zurückzuführen. In Niedersachsen und Schleswig-Holstein wurden in den Jahren 1989 und 1990 insgesamt 9 Windparkstandorte entlang der Küste untersucht (VAUK et al. 1990).

Die von RAHMEL et al. (1999) dargestellten Konfliktfelder in Bezug auf die Häufigkeit der Nutzung des freien Luftraumes als Jagdhabitat ließen für Breitflügel- und Zweifarbfledermaus *(Eptesicus serotinus, Vespertilio murinus)*, sowie Großen Abendsegler (*Nyctalus noctula*) und Kleinabendsegler *(Nyctalus leislerii)*, in geringerem Maße auch für Zwerg- und Nordfledermaus *(Pipistrellus pipistrellus; Eptesicus nilsonii)* entsprechend hohe Schlagopfer erwarten. Für die Nordfledermaus konnte dies für Deutschland noch nicht nachgewiesen werden, was zweifelsohne auf das sehr begrenzte Verbreitungsgebiet der Art und auf das Fehlen entsprechender Untersuchungen im Verbreitungsraum zurückzuführen ist. AHLÉN (2002) stellte die Art an südschwedischen WEA sogar als häufigste unter den Schlagopfern fest. Besonders häufig wurden in Deutschland die ziehenden Arten Großer Abendsegler (49 %) und Rauhhautfledermaus *(Pipistrellus nathussii)* (18 %) gefunden. Der Anteil dieser Arten macht etwa zwei Drittel aller Funde aus (67 %). Daneben wurden zum einem Anteil von 10 % Zwergfledermäuse gefunden, gefolgt vom Kleinabendsegler mit einem Anteil von 4,1 %. An zwei Standorten wurden Zweifarbfledermäuse als Schlagopfer nachgewiesen (3,3 %). Einzelfunde entfallen auf die Breitflügelfeldermaus (2,4 %) sowie je ein Fund auf die

		BB	SAH	SN	TH	SH	BY	NRW	RP	NDS	gesamt
Nyctalus noctula	Großer Abendsegler	38	1	20	54	3	1	1			118
Nyctalus leisleri	Kleinabendsegler	5	1	1	3						10
Eptesicus serotinus	Breitflügelfledermaus	2			2	1		1			6
Vespertilio murinus	Zweifarbfledermaus	1		7							8
Myotis myotis	Großes Mausohr				7						7
Myotis daubentonii	Wasserfledermaus	1									1
Plecotus austriacus	Graues Langohr	1									1
Pipistrellus pipistrellus	Zwergfledermaus	15	2	6	2						25
Pipistrellus nathusii	Rauhautfledermaus	17	1	23	2			1			44
Pipistrellus pygmaeus	Mückenfledermaus	1									1
Pipistrellus spec.		4				14					18
Chrioptera spec.				2					2		4
		85	**5**	**59**	**70**	**18**	**1**	**3**	**2**	**0**	**243**

Tabelle 1: Fledermausfunde an Windenergieanlagen in Deutschland (BB = Brandenburg, SAH = Sachsen-Anhalt, SN = Sachsen, TH = Thüringen, SH = Schleswig-Holstein, BY = Bayern, NRW = Nordrhein-Westfalen, RP = Rheinland-Pfalz, NDS = Niedersachsen (VAUK et al. 1990) (Stand: 31.8.2004)

Mückenfledermaus *(Pipistrellus pygmaeus)* und das Graue Langohr *(Plecotus austriacus)*. Erstaunlich hoch ist der Anteil der Zwergfledermäuse (9,8 % aller Funde). Fasst man sämtliche gefundenen Individuen der Gattung *Pipistrellus* zusammen, so machen diese 31,5 % aller Funde aus.

Auch aus Europa liegen einige wenige Untersuchungsergebnisse, meist unveröffentlicht, vor (Tab. 2). So wurden in Spanien bis zum Jahr 2000 in einem Windpark etwa 20 Fledermäuse tot unter WEA gefunden (ALCALDE 2003, ARTÁZCOZ mündl.), darunter vor allem Weißrandfledermäuse (*Pipistrellus kuhlii*), aber auch Zwerg-, Mücken-, Alpen- (*Hypsugo savii*) und Breitflügelfledermaus, sowie Großer Abendsegler und Riesenabendsegler. LEKUONA (2001) publizierte Untersuchungsergebnisse von verschiedenen Windparks der Region Navarra und wies für den Windpark Izco Airbar eine Zwergfledermaus und für den Windpark Salajones eine Alpenfledermaus als Schlagopfer nach. DUBOURG-SAVAGE (briefl.) teilte mit, dass auch in Frankreich erste Fledermausverluste an WEA verzeichnet wurden, genaue Daten liegen uns bislang nicht vor. Gleichfalls teilte sie einen ganz aktuellen Fund der Bulldoggfledermaus aus Spanien mit.

Auf Gotland (Schweden) wurden 1999 unter einer Einzelanlage etwa 30 tote Fledermäuse (vermutlich Große Abendsegler) festgestellt. Bei einer weiteren einmaligen Begehung von diversen Einzelanlagen und Windparks in Südschweden im Jahr 2002 wurden außerdem neben Nord- und Rauhautfledermäusen auch Großer Abendsegler, Mücken- und Zweifarbfledermaus gefunden (AHLÉN 2002), wobei die Nordfledermaus als häufigste Art in Erscheinung trat. Über diese Funde hinausgehend wurden bislang keine weiteren Daten aus Europa bekannt.

3 Fundhäufigkeit

Seit 2001 werden in Brandenburg Kontrollen von WEA durchgeführt und an der Staatlichen Vogelschutzwarte zentral erfasst (Tab. 3). Die Mehrzahl der Windparks wurde in mindestens zwei, einige auch in drei Jahren untersucht und an stichprobenartig über das ganze Jahr verteilten Terminen kontrolliert. Der Schwerpunkt der Untersuchungen fiel allerdings in den Zeitraum von Ende März bis Ende Mai und von Ende Juli bis Ende Oktober. Die Kontrollintervalle lagen in der Regel unregelmäßig verteilt zwischen einmal jährlich und wöchentlich (März bis Oktober) bzw. im vierzehntägigen Abstand (November bis Februar). Durchschnittlich wurden jedoch nicht mehr als 5 Kontrollen je WEA und Jahr durchgeführt. Untersucht wurden folgende Windparks (s. auch Anhang 1): Bredow, Bückwitz, Eichfelder Damm, Jacobsdorf, Kleßen–Görne, Ketzin, Lietzow, Markau, Michelsdorf, Nakkel, Nahmitz, Nauen, Netzen, Prützke, Sieversdorf, Tremmen, Wernikow, Wernitz, Zachow.

Tabelle 4 zeigt eine Auswertung der von FÖRSTER (2004) durchgeführten Schlagopfersuche. Über alle Kontrollen verteilt beträgt die Fundrate je Kontrolle höhere Werte als in Brandenburg (Tab. 3). Als Höchstwert wurden hier 11 Fledermäuse an nur einer WEA gefunden. Diese hohen Werte sind darin begründet, dass zum einen die Kontrollintensität mehr als doppelt so hoch war als in Brandenburg, zum anderen auch überwiegend nur innerhalb der Jahreszeit mit den ohnehin am höchsten zu verzeichnenden Fledermausverlusten nach Schlagopfern gesucht wurde (Tab. 3 + 4). Nachsuchen im Winterhalbjahr, in dem Fledermausflugaktivitäten ohnehin gering sind, wurden bei den sächsischen Untersuchungen nicht wie etwa in Brandenburg durchgeführt. In einigen Windparks, sowohl in Brandenburg (eigene Befunde) als auch in Sachsen (FÖRSTER 2004) wurden zumindest in einzelnen Jahren bei stichprobenartigen Kontrollen keine verunglückten Fledermäuse gefunden.

		Deutschland	Schweden	Spanien	gesamt
Nyctalus lasiopterus	Riesenabendsegler			X	>1
Nyctalus noctula	Großer Abendsegler	118	1	X	>100
Nyctalus leisleri	Kleinabendsegler	10	-	-	>5
Eptesicus serotinus	Breitflügelfledermaus	6	-	X	>5
Etesicus nilsonii	Nordfledermaus	-	8	-	8
Vespertilio murinus	Zweifarbfledermaus	8	1	-	9
Tadarida teniotis	Europäische Bulldogfledermaus			X	
Myotis myotis	Großes Mausohr	7			7
Myotis daubentonii	Wasserfledermaus	1			1
Pipistrellus pipistrellus	Zwergfledermaus	25	1	X + 1	>22
Pipistrellus nathusii	Rauhautfledermaus	44	5	-	45
Pipistrellus pygmaeus	Mückenfledermaus	1	1	X	2
Pipistrellus kuhlii	Weißrandfledermaus			X	>1
Pipistrellus spec.		18			17
Hypsugo savii	Alpenfledermaus			X + 1	>1
Plecotus austriacus	Graues Langohr	1			1
Chiroptera spec.		4	30	14	48
		243	**47**	**22**	**277**

Tabelle 2: Europaweite Übersicht über die Totfunde an Fledermäusen unter WEA (X = gefunden, aber ohne Zahlenangabe)

1) In Baden-Württemberg und Mecklenburg-Vorpommern sind ebenfalls gerade Untersuchung angelaufenen (Brinkmann mündl., Hermanns mündl.).

Diese Untersuchungen wurden überwiegend nicht kontinuierlich durchgeführt (Brandenburg) oder verliefen nur über wenige Wochen oder Monate (Sachsen). Die Untersuchungen aus Brandenburg und Sachsen lassen die Möglichkeit des Übersehens verunglückter Fledermäuse allein dadurch sehr wahrscheinlich werden, dass nicht die gesamte jährliche Aktivitätszeit der Fledermäuse durch die Untersuchungen abgedeckt wurde. Bei den Untersuchungen an den Küstenstandorten war das zum Teil auch der Fall. Die Daten sind also unter großem Vorbehalt zu betrachten. Aber auch in Windparks, in denen Fledermäuse tot aufgefunden wurden, konnten nicht unter allen Anlagen Tiere entdeckt werden. Hier spielen vermutlich weitere Faktoren, wie frühzeitiges Absammeln durch Prädatoren, WEA-Typen, Nähe zu Gehölzstrukturen etc. eine Rolle (s.u.).

Zur besseren Bewertung der Fledermausverluste führte die Staatliche Vogelschutzwarte Brandenburgs im September und Dezember 2003 in mehreren Windparks Tests zur Liegedauer ausgelegter Eintagsküken durch (siehe hierzu die Arbeit von Dürr 2004, i. d. Bd.). Der Einfluss von Prädatoren, Menschen und durch landwirtschaftliche Arbeiten führte zum raschen Schwund der meisten Küken innerhalb einer Woche (83 % im September, 42 % im Dezember). Dennoch sollten diese Ergebnisse sehr vorsichtig interpretiert werden, denn die Bevorzugung von Kükenfleisch durch Raubsäuger liegt sehr nahe. Viele Fledermäuse wurden weitestgehend mumifiziert gefunden, wurden offensichtlich trotz Verwesungsprozess von den *Carnivoren* übersehen oder verschmäht. Uns wurde kein Fall bekannt, in dem eine Fledermaus Bissspuren von Säugetieren aufwies, lediglich Fraßspuren von Insekten wurden festgestellt. Säugetierbissspuren waren hingegen bei verunglückten Vögeln regelmäßig zu finden. Man mag deshalb Kükenfleisch vielleicht noch mit Singvogelfleisch vergleichen können, nicht jedoch mit dem der geruchsintensiven Fledermäuse.

4 Zeitliche Verteilung der Totfunde

In Abbildung 1 ist die zeitliche Verteilung der Funde von 49 in Brandenburg verunglückten Fledermäusen dargestellt. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Suche nach Totfunden nicht gleichmäßig über das Jahr verteilt ist. Berücksichtigt sind Daten aus der zentralen Fundkartei über die Verteilung von 1.367 Kontrollen an insgesamt 201 WEA, die in Brandenburg durchgeführt und im Rahmen dieser Arbeit ausgewertet wurden. In den Wintermonaten Dezember bis Februar wurden bei 156 Kontrollen keine Fledermäuse gefunden, im Frühjahr (März bis Mai) bei 271 Kontrollen 3 Fledermäuse (0,011 Ind./Kontrolle), im Sommer (Juni bis August) bei 484 Kontrollen 27 Fledermäuse (0,056 Ind./Kontrolle) und im Herbst (September bis November) bei 455 Kontrollen 19 Fledermäuse (0,042 Ind./Kontrolle) gefunden. Im Betrachtungszeitraum 2001 – 2003 wurden je Kontrolle 0,04 Fledermäuse gefunden. Die Zahlen weichen von den Angaben in Tabelle 3 geringfügig ab, da diese ausschließlich die Daten der von der Staatlichen Vogelschutzwarte selbst durchgeführten Untersuchungen enthält.

	2001	2002	2003	gesamt
Anzahl untersuchter Windparks	8	15	18	19
Anzahl kontrolierter WEA	38	79	147	156
Anzahl Kontrollen	66	394	550	1010
Kontrollen je WEA / Jahr	1,74	4,99	3,74	3,83
Funde Fledermäuse (n)	5	11	20	36
Funde Fledermäuse / Kontrolle	0,08	0,03	0,04	0,04

Tabelle 3: Kontrollen von Windenergieanlagen in Brandenburg und Schlag von Fledermäusen (gesamt = die Gesamtzahl der in den jeweiligen Jahren untersuchten Windparks und Einzelanlagen)

	2002	2003	gesamt
Anzahl untersuchter Windparks	5	10	12
Anzahl kontrolierter WEA	34	61	95
Anzahl Kontrollen	428	347	775
Kontrollen je WEA / Jahr	12,29	5,69	8,05
Funde Fledermäuse (n)	37	24	61
Funde Fledermäuse / Kontrolle	0,09	0,07	0,08

Tabelle 4: Kontrollen von Windenergieanlagen in der Oberlausitz (Sachsen) nach Trapp et al. (2002) und Förster (2004)

5 Entfernung der WEA zu Gehölzstrukturen

Um zu prüfen, ob Strukturen im Umfeld der WEA bei der Verunfallung von Fledermäusen eine Rolle spielen, wurde ausgewertet, wie weit WEA mit Fledermaus-Totfunden von Waldrändern, Heckenzügen und/oder anderweitigen Gehölzen entfernt stehen (Abb. 2). Leider fehlen auch hier Daten zu Anlagestandorten ohne Fledermaus-Totfunde (s.o.). Es wird deutlich, dass die meisten Tiere (36 Ex., 77 %) an WEA gefundenen wurden, die bis 50 m nahe an Gehölzstrukturen standen. Da jede Fledermausart unterschiedlich stark an Strukturen gebunden ist, was sich wiederum in den Auswirkungen auf die Fundrate unter WEA in Abhängigkeit zur nächsten Gehölzstruktur niederschlagen sollte, sollen hier die Daten von 44 Totfunden nach Arten getrennt dargestellt werden, wobei berücksichtigt werden muss, dass die Stichprobenzahl je Art sehr gering ist. Wie zu erwarten, traten die Verluste an *Pipistrellus*-Arten vorwiegend gehölznah auf. Dabei treten nur geringe Unterschiede zwischen Rauhaut- und Zwergfledermaus auf. Dagegen treten beim Abendsegler auch Schlagopfer an WEA auf, die im Durchschnitt 200 m, maximal aber bis zu 600 m von Gehölzen entfernt stehen. Erstaunlich ist der Totfund einer Breitflügelfledermaus, die an einer WEA 700 m von dem nächsten Gehölz entfernt erschlagen wurde.

6 Einfluss der Bauart der WEA

Da damit zu rechnen ist, dass die unterschiedlichen Bauarten der WEA (Nabenhöhe, Rotordurchmesser) einen Einfluss auf das Auftreten von Fledermausschlag haben könnten, soll dies im Folgenden näher beleuchtet werden. Insgesamt konnten 113 Totfunde ausgewertet werden, die von WEA aus Brandenburg (51), Sachsen (59), Rheinland-Pfalz (2) und Nordrhein-Westfalen (1) stammten. Da uns nicht bei allen Daten jeweils alle Angaben bekannt sind, treten geringe Abweichungen bei der Stichprobengröße (Zahl der untersuchten WEA, Anzahl der WEA-Kontrollen) auf. Auch bei dieser Auswertung muss berücksichtigt werden, dass die Jahreszeit, der genaue Standort und die Standortumgebung, die den Autoren nicht immer bekannt waren, eine große Rolle auf das Fundergebnis und damit die Zuordnung zu den WEA-Typen hat! Daher sind diese Daten lediglich als erste grobe Übersicht anzusehen!

Insgesamt wurden bei den ausgewerteten Daten durchschnittlich bei jeder 25. Kontrolle eine tote Fledermaus gefunden.

7 Nabenhöhe

Die Verteilung der Fledermausfunde an den 292 untersuchten WEA (2982 Kontrollen) mit Nabenhöhen zwischen 31 und 110 m (Abb. 3) zeigt, dass bei allem Anlagetypen mit Nabenhöhen über 51 m Fledermausschlag auftritt. An Anlagen unter 50 m Nabenhöhe wurden keine Totfunde registriert.

8 Rotordurchmesser

Insgesamt wurden bei 291 untersuchten WEA und insgesamt 2981 Kontrollen die Rotordurchmesser der Anlagen angegeben. Die Verteilung der Totfunde auf die unterschiedlichen Rotordurchmesser von 21-90 m zeigt deutlich, dass an nahezu allen Rotorgrößen Fledermaustotfunde existieren (Abb. 4). Lediglich bei der den längsten Rotoren wurden keine Tiere gefunden, hier wurden jedoch auch nur 6 Kontrollen durchgeführt (Fund einer toten Fledermaus bei etwa jede 25. Kontrolle, s.o.).

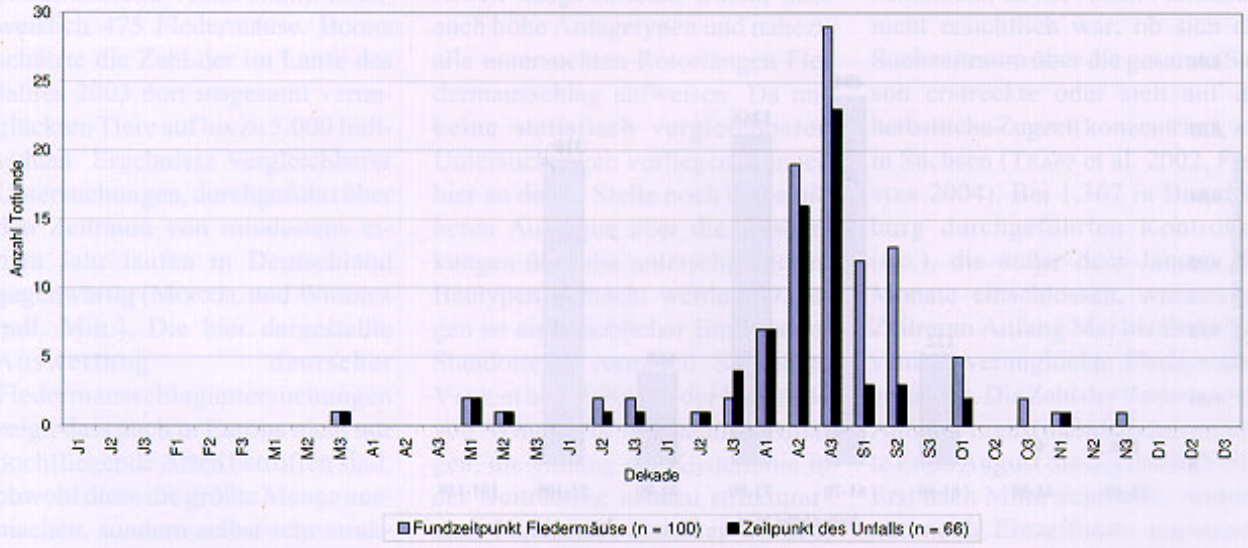


Abbildung 1: Totfunde von Fledermäusen an WEA in Brandenburg

9 Diskussion

Seit nunmehr knapp 3 Jahren wird das Phänomen der Fledermausverluste an WEA in Deutschland diskutiert. Bis heute gelang es nicht, die eigentlichen Ursachen, die diese Verluste herbeiführen, aufzudecken. Diskutiert werden hierbei vor allem

- Lage der Windparks,
- das direkte Umfeld der WEA,
- Bauart der WEA,
- Saisonalität der Totfunde und
- Kollisionsgrund.

Sehr wahrscheinlich ist es eine Kombination mehrerer Faktoren, die zu den Verlusten beiträgt. In dieser Arbeit wird der Versuch unternommen, ein wenig Licht in das Dunkle der oben genannten Faktoren zu bringen.

Die ersten Windparks wurden Ende der 80iger Jahre im direkten Umfeld der Küstenlinie erbaut, zu dieser Zeit vorwiegend Anlagen mit einer Nabenhöhe unter 40 m. Eine erste intensive Untersuchung der bestehenden Windparks fand im Auftrag des BMFT von VAUK et al. (1990) statt. Der Schwerpunkt dieser Arbeit war es, mögliche Einflüsse auf Vogelpopulationen herauszufinden, aber auch Säugetiere und sogar Fledermäuse fanden, wenn auch nur in geringem Maße, Beachtung. In diesem Rahmen wurden zum Teil über 17 Monaten hinweg 9 Windparkstandorte untersucht. Als Ergebnis der Untersuchungen kam heraus, dass diese Anlagen immer wieder Vogelschlag zur Folge hatten. Da die Windparks aber in nahezu weiträumig strukturarmen Gelände ohne Hecken standen (Ausnahme: Windpark Bredstedt, Nordfriesland, wo ein Knick nahe der WEA entlang führte), wurden keinerlei Hinweise auf negative Folgen für Fledermäuse erwartet und gefunden. Auch bei anderen Vogelschlag-Kontrollen wurden keine toten Fledermäuse gefunden (z.B. Bremerhaven: SCHERNER 1999, hier standen 2 Anlagen am Zufluss der Lune in die

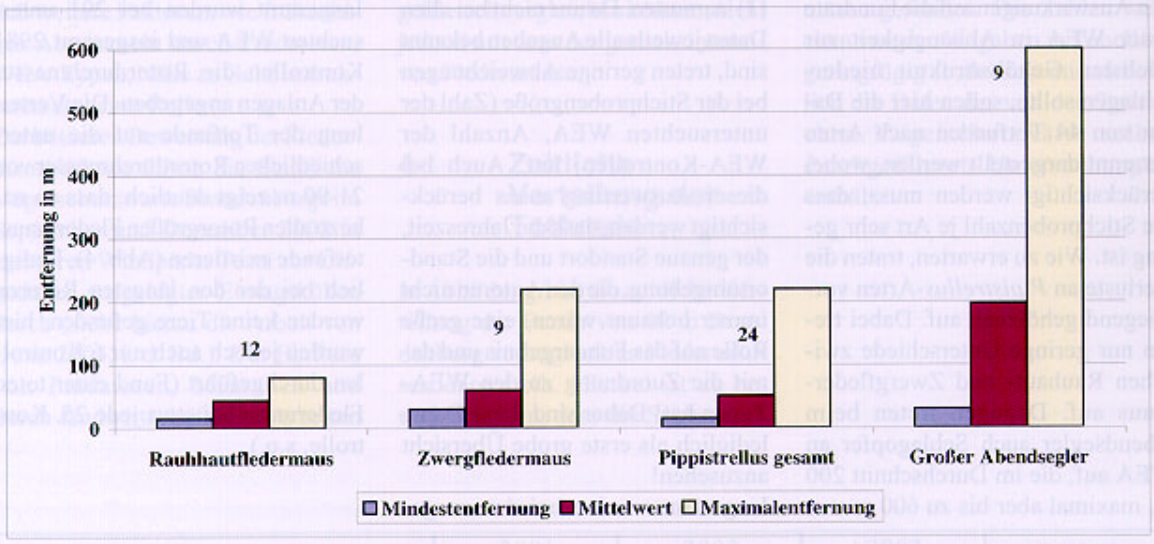


Abbildung 2: Entfernung von WEA mit Funden verunglückter Fledermäuse zur nächstgelegenen Gehölzstruktur (n = Anzahl der ausgewerteten Totfunde)

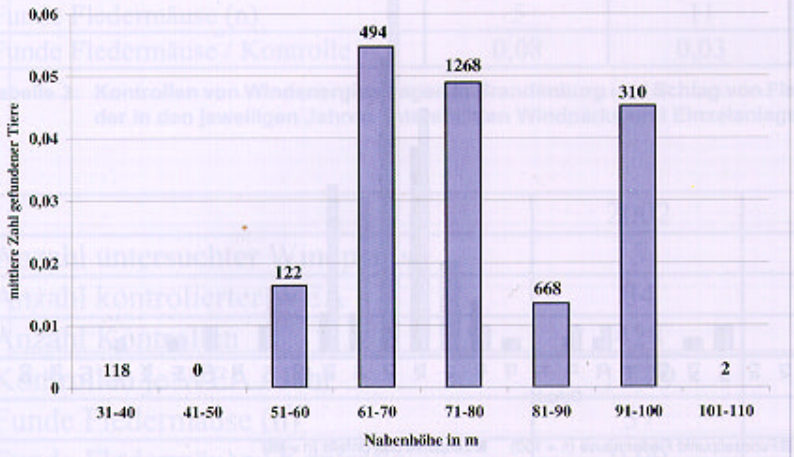


Abbildung 3: Verteilung der 113 Fledermausschlagopfer zur WEA-Nabenhöhe (292 WEA, n = Anzahl der Kontrollen)

Weser, nahe einer Kläranlage). Im Zuge der Erschließung des strukturreichen Binnenlandes für Windparks änderte sich diese Erwartung (RAHMEL et al. 1999).

Zeitgleich wurden intensive Untersuchungen zum Vogelschlag in den USA in insgesamt 14 Windparks unterschiedlicher Größe durchgeführt. Diese Ergebnisse zeigten, dass unvermutet Fledermausschlag auftrat und sogar den Vogelschlag übertraf (JOHNSON et al. 2000, KEELEY 2001). So wird vermutet, dass abhängig vom Standort zwischen 5 und 319 tote Fledermäuse je Windpark und Jahr anfallen. Aussagekräftiger sind dabei die geschätzten Schlagopfer je WEA aus 7 Windparks, die zwischen 0,07 und 10,0 schwanken, mit einem Mittel von etwa 2,42 toten Tieren/WEA/Jahr (JOHNSON im Druck). Insgesamt handelte es sich bei den Totfunden zu 61 % um *Lasiurus cinereus* und zu 17 % um *Lasiurus borealis*, zwei hochfliegende Arten, vergleichbar mit den beiden einheimischen Abendseglerarten. Die anderen vier gefundenen Arten traten in wenigen Exemplaren auf, wobei diese Arten i.d.R. typischerweise in Höhen deutlich unter 10 m jagen (BARCLAY 1984, FENTON & BELL 1979). Neuere Untersuchungen aus den USA unterstreichen, dass auch als niedrig fliegend bekannte Arten in nicht geringem Umfang als Schlagopfer auftreten (BOONE briefl.). Bei diesen Untersuchungen verunglückten in einem Windpark mit 44 WEA im Zeitraum April bis November 2003 (wöchentliche Kontrollen) nachweislich 475 Fledermäuse. BOONE schätzte die Zahl der im Laufe des Jahres 2003 dort insgesamt verunglückten Tiere auf bis zu 3.000 Individuen. Ergebnisse vergleichbarer Untersuchungen, durchgeführt über den Zeitraum von mindestens einem Jahr laufen in Deutschland gegenwärtig (MÖCKEL und WIESNER mdl. Mitt.). Die hier dargestellte Auswertung deutscher Fledermausschlaguntersuchungen zeigt, dass auch in Europa nicht nur hochfliegende Arten betroffen sind, obwohl diese die größte Menge ausmachen, sondern selbst sehr strukturgebunden jagende Arten wie Langohren.

Hier stellt sich dann die Frage, ob Umgebungsstrukturen einen Einfluss auf das Fledermausschlagrisiko haben. Eine erste Auswertung von uns zu Verfügung stehenden Daten ergab, dass Totfunde von Rauhhaut- und Zwergfledermäusen in der Regel bei heckennahen Standorten von WEA auftraten. In Falle der Abendseglerfunde sind die Ergebnisse erwartungsgemäß weniger deutlich, hier liegen die Abstände von WEA mit Abendsegler-Totfunden zu den nächsten Gehölzen im Mittel bei etwa 197 m (Max.: 600 m). Diese Ergebnisse werden durch eine schwedische Untersuchung gestützt (AHLÉN 2002), allerdings besteht hier noch erheblicher Forschungsbedarf, um diese Aussagen zu verifizieren. Nach vorsichtiger Interpretation der bislang noch recht geringen Daten könnte ein Abstand zwischen Mastfuß von WEA und Gehölzstrukturen von 150 m zuzüglich Rotorradius bereits zur deutlichen Senkung von Schlagopfern führen, denn 89 % der registrierten Funde entfielen auf Anlagen, deren Mast maximal 100 m von Gehölzstrukturen entfernt errichtet worden war.

Ein weiterer Einflussfaktor auf den Fledermausschlag ist möglicherweise die Bauart der WEA. Ist man Anfangs eher davon ausgegangen, dass besonders kleine Anlagentypen einen größeren Einfluss auf Fledermäuse haben könnten (RAHMEL et al. 1999), so lässt sich diese Einschätzung heute nicht mehr halten. So zeigen die in der vorliegenden Arbeit ausgewerteten Daten, dass auch hohe Anlagetypen und nahezu alle untersuchten Rotorlängen Fledermausschlag aufweisen. Da uns keine statistisch vergleichbaren Untersuchungen vorliegen, können hier an dieser Stelle noch keine näheren Aussagen über die Auswirkungen über die unterschiedlichen Bautypen gemacht werden. Dagegen ist ein erheblicher Einfluss der Standorte zu vermuten. So konnte VAUK et al. (1990) bei der Kontrolle von Windparks mit kleinen Anlagen, die entlang der Küstenlinie in der weiträumig nahezu strukturarmen Landschaft errichtet wurden, keinen Fledermausschlag finden (s.o.), es wurde hier aber auch wegen des Fehlens der Strukturen nicht erwartet. Erst die höheren Anlagen ermöglichten es, strukturreiche Binnenlandstandorte für die Windenergienutzung zu erschließen. Ein Grund für die o.g. Fehleinschätzungen liegt mit Sicherheit darin, dass bis heute sehr wenig über die Nutzung der Flughöhen von Fledermäusen außerhalb der Detektorreichweite bekannt ist. Hinzu kommt, dass bislang nicht bekannt ist, in welcher Lebenssituation Fledermäuse mit WEA kollidieren, d.h. ob sie während ihres Jagdfluges oder während des Durchzuges oder während möglicher Quartiersuche an den WEA verunfallen (s.u.). Auch in den USA werden Arten als Schlagopfer gefunden, die ökologisch unseren Bartfledermäusen (z.B. Little brown bat [*Myotis luciferus*]) oder unseren Fransenfledermausen entsprechen (z.B. Long-eared bat [*Myotis septentionalis*]) und damit ebenfalls nicht zu den typischen hochfliegend jagenden Fledermausarten zählen.

Gemeinsam ist allen europäischen und amerikanischen Untersuchungen, dass die meisten Totfunde in die Zeit des Spätsommers und vor allem des Herbstzuges fallen (ALCALDE mündl., JOHNSON et al. 2000, JOHNSON et al. 2003, HEDDERGOTT mündl.). So verlaufen die in den USA erfassten Schlagopferfunde jahreszeitlich nahezu synchron zu den in Deutschland registrierten Funden (JOHNSON et al. 2003). Allerdings ist diese Aussage für den deutschen Raum bislang vorsichtig zu behandeln, da bei vielen Funddaten nicht ersichtlich war, ob sich der Suchzeitraum über die gesamte Saison erstreckte oder sich auf die herbstliche Zugzeit konzentriert, wie in Sachsen (TRAPP et al. 2002, FÖRSTER 2004). Bei 1.367 in Brandenburg durchgeführten Kontrollen (s.o.), die außer dem Januar alle Monate einschlossen, wurden im Zeitraum Anfang Mai bis Ende November verunglückte Fledermäuse gefunden. Die Zahl der Verluste stieg Anfang August merklich an, erreichte Ende August die höchsten Werte. Erst nach Mitte September wurden nur noch Einzelfunde registriert. Neben dem zeitlichen Aspekt wird deutlich, dass auch in Deutschland

die am häufigsten gefundenen Arten auch zu den ziehenden Fledermausarten gerechnet werden (AHLÉN 1997, AHLÉN et al. 2002, JOHNSON im Druck, PETERSONS 1990).

Sind im Laufe der letzten Jahrzehnte eine Fülle von Erkenntnissen in der Zugvogelforschung erbracht worden, besonders betreffend der Zugwege, Zugphysiologie und Zugwegorientierung, so bestehen im Falle der Fledermäuse gravierende Wissenslücken. Von vereinzelten Arbeiten über das Heimfindvermögen von Fledermäusen (GRIFFIN 1970, MERKEL 1980) und einer Arbeit über mögliche Rezeptoren für Erdmagnetfelder bei Fledermäusen aus den 1970er Jahren abgesehen (BUCHLER & WASILEWSKI 1985), existieren weder Untersuchungen zur Orientierung ziehender Fledermäuse, noch zu Zughöhen und zur Zugphysiologie. Auch über die Zugwege existieren nur rudimentäre Erkenntnisse (AHLÉN 1997, AHLÉN et al. 2002, PETERSONS 1990).

Der Grund für Kollisionen mit WEA oder anderen Konstruktionen (Funkmasten etc.) ist bislang nicht verstanden (OSBORN et al. 1996, JOHNSON et al. 2003). Nach VAN GELDER (1956) tritt Fledermausschlag mit Konstruktionen während des Zuges und während "unfreundlichem" Wetter und zusammen mit Vogelschlag auf. Die "Schlechtwetter-Theorie" konnte nachfolgend jedoch nicht bestätigt werden (CRAWFORD & BAKER 1981), auch nicht durch Windparkuntersuchungen (JOHNSON et al. 2003, AHLÉN 2002). Andererseits konnten bei Windparkuntersuchungen in den USA zwar hohe Verluste an Fledermäusen an WEA ermittelt werden, nicht aber an den ebenfalls im UG stehenden Wetterbeobachtungstürmen (JOHNSON, per e-mail). Vermutlich nutzen Fledermäuse während des Zuges weniger die Ultraschallorientierung, sondern verstärkt andere Orientierungsmöglichkeiten (CRAWFORD & BAKER 1981, EKLÖF 2003, GRIFFIN 1970, MUELLER 1966, VAN GELDER 1956). So wird vermutet, dass sich Fledermäuse während des Zuges verstärkt visuell orientieren. Ob dies so ist, ist nicht geklärt. Untersuchungen aus den USA ergeben unterschiedliche Ergebnisse hierzu. So wurden in einem Windpark in Wyoming nur 20 Echoortungsrufe von Lasiurus cinerus an WEA registriert, diese Art trat aber mit 88% der Schlagopfer auf. Hingegen konnte in Minnesota die Totschlagrate mit der Fledermausaktivität anhand von Echoortungsrufen korreliert werden. Bei visueller Orientierung besteht zwar die Möglichkeit, die WEA frühzeitig zu erkennen, fraglich ist aber, ob die sich drehenden Rotoren bei den jeweiligen Lichtverhältnissen gut genug erkannt werden, um als Gefahr registriert zu werden. Hinzu kommt, dass die Tiere in dieser Zeit Gebiete passieren, die sie nicht so gut kennen wie ihre sommerlichen Jagdlebensräume. Die Kombination dieser Phänomene bedingt dann, dass Hindernisse wie WEA nicht oder zu spät wahrgenommen werden. Hier stellt sich dann jedoch die Frage, warum der Anteil an geschlagenen Fledermäuse wesentlich höher ausfällt, als der Anteil der Vögel.

Die dargestellten Ergebnisse, wie auch das gefundene Arteninventar in Europa und den USA, zeigen, dass nicht nur das Zuggeschehen zum Fledermausschlag führt, denn unter den Funden ist auch eine Reihe von nicht ziehenden Arten und es traten auch, wenngleich in geringerem Anteil, frühsommerliche Funde auf. Dies bedeutet, dass weitere Faktoren eine Rolle spielen müssen. AHLÉN (2002) beobachtete auf Gotland mit einer Wärmebildkamera, dass beispielsweise Nordfledermäuse im Herbst um die Nabe und Rotoren herum jagten. Bei der beobachteten Jagd wurde eine Nordfledermaus von einem Rotor tödlich getroffen. Grund für dieses Verhalten war eine Erwärmung der nabennahen Luftschichten, die wiederum Insekten aus dem wesentlich kühleren Umfeld anzog. Dieses Phänomen ist vor allem im Herbst zu erwarten. Fledermäuse sind ganz überwiegend Nahrungsopportunisten, d.h. sie sind in der Lage sich kurzfristig diese auftretende ergiebige Nahrungsquellen zu erschließen. Die Theorie, dass dieses Phänomen in lauen Nächten auftreten und die hohen Fundraten im August erklären soll (HENSEN im Druck) kann nicht geteilt werden, da die Insektenverteilung in lauen Nächten keine Konzentration im Gondelbereich ergeben und damit die Tiere nicht zur Jagd im Gondelbereich veranlassen sollte. Es ist eher so, dass in lauen Nächten Fluginsekten generell größere Flughöhen erreichen und dabei an langsam drehenden Rotoren haften bleiben. Die Gondeltemperatur dürfte den an den Rotorblättern nachgewiesenen Insektenschlag nicht nennenswert beeinflussen, da diese kontinuierlich den Luftraum "auskämmen". Möglicherweise spielt das erwähnte Verhalten in Bereichen, wo sich Fledermäuse während des Herbstes sammeln, eine Rolle. In den USA wurden in einem Windpark bei begleitenden Detektorkontrollen ähnliches Verhalten beobachtet, ohne dass jedoch tote

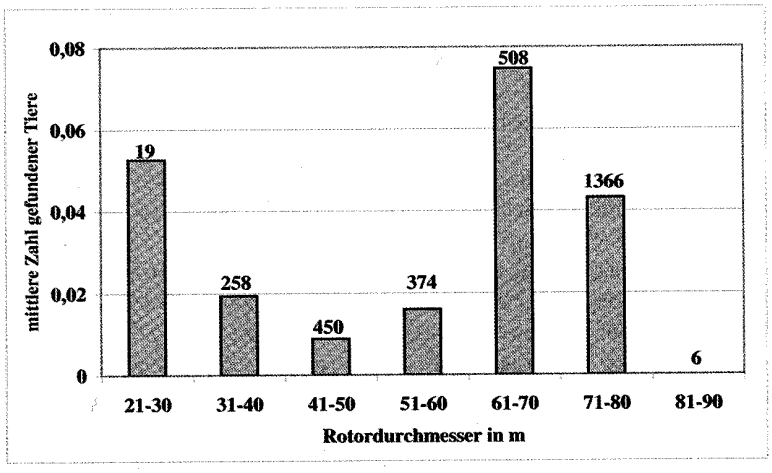


Abbildung 4: Verteilung der 113 Fledermausschlagopfer zum Rotordurchmesser (3291 WEA, n = Anzahl der Kontrollen)

Fledermäuse gefunden werden konnten. In allen anderen Windparks wurden nur durchfliegende, nicht aber jagende Tiere festgestellt (JOHNSON im Druck).

Als Todesursache tritt die direkte Kollision mit Rotorblättern in den Vordergrund der Diskussion. Dies unterstreichen auch die zahlreich registrierten Knochenbrüche und Flughautverletzungen bei den von uns untersuchten Tieren, die auf Kollision mit einem Rotorblatt oder Luftverwirbelungen zurückzuführen sind (siehe AHLÉN 2002) und nicht durch Quetschungen an technischen Elementen innerhalb der Gondel verursacht werden (s.u.). Weder die Fähigkeit der Fledermäuse zur Orientierung durch Sicht, noch zur Orientierung durch Ultraschall lassen die verzeichneten Verluste schlüssig erklären. Im Prinzip könnten die Fledermäuse die Anlagen erkennen. Fledermäuse können auf Bewegungen im Luftraum reagieren. So wurden Ausweichreaktionen auf jagende Baum- und Wanderfalken *(Falco subbuteo; F. peregrinus)* beobachtet (SÖMMER & HAENSEL 2003). Möglicherweise unterschätzen sie dabei aber die Geschwindigkeit der Rotoren und damit die Gefahr. Diese Einschätzung sollte bei zunehmender Rotorlänge schwieriger werden, da die Geschwindigkeit der Rotorspitzen entsprechend größer werden. Möglicherweise ist dies ein zusätzlicher Grund für die festgestellten hohen Fundraten bei längeren Rotorblättern. Vielleicht erfassen Fledermäuse durch ihr Ortungsvermögen aber auch nur das eine sich bewegende Rotorblatt, ohne das nächste von oben oder unten Nachfolgende zu bemerken.

Weitere, noch nicht näher untersuchte Verluste traten bei einem höheren Anteil der gefundenen Tiere dadurch auf, dass sie sehr wahrscheinlich infolge von Unterdruck (z.B. bei Passage eines Rotors am Mast oder auch möglich durch sehr große Luftdruckunterschiede zwischen Rotorblattvorder- und -rückseite) implodierten. Die von TRAPP et al. (2002) publizierten Funde aus Sachsen wiesen zu etwa 20 % ein stark fettiges Fell auf. Dies könnte auch auf Verölung durch Getriebeöl der WEA, ggf. auch durch Aufnahme aerosoler Ölpartikel im Bereich der Gondel der WEA zurückzuführen sein. Aus anderen Untersuchungen wurden Funde "stark fettiger" Fledermäuse nicht bekannt. Bisher wurde angenommen, dass das Implodieren der Fledermäuse in Unterdruckfeldern dazu führen würde, dass das Depotfett aus den Hautporen ausdringt und die Tiere fettig erscheinen lässt. Eine entsprechende Untersuchung der sächsischen Tiere durch ZINKE am Museum der Oberlausitz in Kamenz lässt eine Vergiftung durch Getriebeöl jedoch sehr unwahrscheinlich werden. Die Ergebnisse deuten auf Tod durch Unterdruckfelder hin (FÖRSTER mdl. Mitt.). Nicht wenige Tiere wiesen hingegen bei fehlenden äußeren Verletzungen innere Blutungen auf, deren Ursache ebenfalls in zu großer Annäherung an Unterdruckfelder begründet sein kann. Ein Phänomen, was offensichtlich seiner endgültigen Klärung harrt!

Eine weitere Unfallursache könnte der Versuch von Fledermäusen darstellen, die Gondel als möglichen Quartierstandort auszutesten (AHLÉN 2002, HENSEN im Druck). HENSEN setzte sich mit möglichen technischen Parametern auseinander, begründet darin, dass die Mehrzahl der Verluste in die Zeit der geringsten Windhäufigkeit fällt (August). So scheinen Große Abendsegler auch tatsächlich bei dem Versuch der Quartiernutzung innerhalb der Gondel solcher Anlagen im Getriebe derselben zu verunglücken. Quartiernutzung scheint jedoch nach wie vor eher eine Ausnahme zu sein, da es sich hierbei aber offensichtlich um Einzelfunde mit Quetschungen handelt (s.o.). Möglicherweise führt jedoch der Versuch der Quartiernutzung bereits zu Verlusten an den Anlagen, denn die Mehrzahl der Funde setzt auffälligerweise mit der Zeit der Wochenstubenauflösung und anschließend verstärkten (Zwischen-) Quartiersuche ein.

Insgesamt existieren neben den augenscheinlichen Schlagopferfunden nur geringe Kenntnis über die Ursachen des Fledermausschlages. Dies gilt vor allem über jegliche Abschätzungen des Einflusses auf Populationsebene. Dies wird schon dadurch erschwert, dass einerseits nicht geklärt ist, ob es sich bei den Schlagopfern um Tiere der jeweiligen lokalen Populationen handelt oder um ziehende Tiere. Im letzteren Falle ist erstaunlich wenig über das Phänomen Fledermauszug bekannt, von der Zahl ziehender Tiere ganz zu schweigen (s.o.).

10 Fazit

Die unbefriedigende Kenntnis über die eigentlichen, die Schlagopfer auslösenden Faktoren verlangt unmittelbar verstärkte Anstrengungen zur Aufdeckung dieser Faktoren, was nur durch enge Zusammenarbeit mit Konstrukteuren und Betreibern von Windenergieanlagen Erfolg erwarten lässt. Hierbei sollten sowohl die Standortbedingungen als auch Witterungsbedingungen und technischen Parameter der verschiedenen Anlagenstandorte genauer untersucht werden. Darüber hinaus ist die möglichst genaue Dokumentation aller Funde sowie deren Meldung an die zentrale Fundkartei erforderlich. Zur einheitlicheren Dokumentation der Schlagopfer wurde von uns ein Meldebogen erarbeitet (ppt.-Datei), der an der Staatlichen Vogelschutzwarte Brandenburgs angefordert werden kann.

JOHNSON et al. (2003) fanden die Tiere zu 54 % im Umkreis <10 m, 43 % in 10 - 20 m und nur 0,5 % >50 m. Die Daten des vorliegenden Materials weisen geringfügig abweichende Werte auf (90 % aller Funde im Umkreis von <30 m). Das könnte in den wesentlich größeren und mit deutlich längeren Rotorblättern ausgestatteten Typen der in Deutschland installierten WEA begründet sein.

11 Konzeptvorschlag zur Kontrolle von Fledermausschlag an WEA

Wie die obigen Ausführungen gezeigt haben, existiert Fledermausschlag an den unterschiedlichsten WEA-Typen und in verschiedenen Regionen Deutschlands und Europas. Da die bisherigen Totfunde vor

allem auf Zufallsfunde und/oder halbsystematische Untersuchungen zurückgehen, lassen sich keine definitiven Aussagen zum Einfluss spezieller Anlagentypen, Abstände zu Gehölzen etc. machen. Diese sind aber notwendig, um dem Problemfeld "Fledermausschlag" in Zukunft gerecht zu werden und z.B. im Rahmen der Eingriffsregelung planerisch darauf reagieren zu können. Auch lassen sich erst dann, wenn das Problem des Fledermausschlags systematisch untersucht wird, Problemlösungen erarbeiten.

Das o.g. bedeutet, dass in Zukunft weniger Gewicht auf dem unsystematisch und zufälligen Sammeln von Totfunden unter WEA liegen darf – der Beweis der Tatsache, dass Fledermausschlag existiert, ist erbracht -, sondern es müssen systematische und methodisch vergleichbare Totfundsuchen in unterschiedlichen Regionen Deutschlands durchgeführt werden. Daneben sind experimentelle Untersuchungen zum Erkennen der WEA durch Fledermäuse durchzuführen und dass Phänomen des Fledermauszuges, vor allem der Zugwege zu erforschen.

Wie sollte eine Totfundsuche konzipiert sein: Da es darum geht, nicht nur den Schlag von Fledermäusen zu dokumentieren, sondern Aussagen darüber zu erlangen, ob und welchen Einfluss

- verschiedene Anlagetypen,
- das Gelände (Abstände zu Gehölzen, Gewässern, Deponien, Gewerbegebiete usw.),
- der Standort an sich (Fledermauszug, Quartiere, Nahrungsgebiet usw.) und
- die Jahreszeit

besitzen und vor allem welchen Einfluss sie auf die Fledermauspopulationen habe können. Bei all den genannten Aspekten ist es wichtig, neben der Totfundsuche die Aktivität der Fledermäuse im Umfeld des Windparks zu erfassen. Nur dann lassen sich verschiedene Untersuchungen wirklich vergleichen.

12 Vorschlag eines Grobkonzeptes zur Untersuchung von Fledermausschlag (Totfundsuche)

12.1 Allgemeines

Bei der Auswahl der Untersuchungsgebiete sollte möglichst darauf geachtet werden, dass fledermauskundliche Daten der Region vor Errichtung der WEA vorliegen. Auch sollten sich die Untersuchungen in allen Regionen Deutschlands und auf die verschiedensten Lebensräume (Offenland, Heckenlandschaften, Wald) verteilen und die unterschiedlichsten Anlagetypen betreffen.

Wichtig bei allen Untersuchungen ist die genaue Beschreibung der angewandten Methode. Dazu gehört auch die genaue Beschreibung des Untersuchungsgebietes, der Anlagentypen, Standorte der Anlagen, Suchmethode und Intensität (Person oder Person und Hund) etc.. So kann ggf. bereits der Einsatz unterschiedlicher Bearbeiter bei der Totfundsuche zu unterschiedlichen Fundraten führen. Wichtig ist, dass alle Untersuchungen die gesamte "Sommersaison" von April bis Oktober umfassen.

12.2 Untersuchungsprofil

Fledermausaktivität

Die Fledermausaktivität sollte in gleicher Weise erfasst werden, wie sie von RAHMEL et al. (2004, i. d. Bd.) im Rahmen der Eingriffsplanung gefordert ist. D.h. 7 ganznächtige Begehungen (April-September) zur Erfassung der Lokalpopulation und 16 halbnächtige Begehungen zu Erfassung des Fledermauszuges. Auch der Einsatz von Horchkisten ist durchzuführen (vgl. RAHMEL et al. 2004, i. d. Bd.).

Totfundsuche

Im Zeitraum von April bis Mitte Oktober sollten einmal wöchentlich alle WEA in den frühen Morgenstunden nach Fledermäusen abgesucht werden. Die Zahl der WEA sollte mindestens 10 – 15 Anlagen pro Untersuchungsgebiet betragen. Je Morgen sollten mind. 5 WEA abgesucht werden. Die Suche sollte in einem Radius von der Radiuslänge der Rotorblätter plus 50 m erfolgen. Hierbei sollten für jede WEA Einzelprotokolle mit Standortbeschreibung, Funden etc. geführt werden. Die Suche sollte möglichst mit den Nächten kombiniert werden, in denen Aktivitätsuntersuchungen stattgefunden haben.

13 Danksagung

Zu besonderem Dank für die Übermittlung von Funddaten sind wir T. Blohm, R. Brinkmann, D. Dolch, A. Ewert, A. Fölling, F. Förster, M. u. M. Göttsche, R. Günter, M. Heddergott, M. Heiß, M. Hirt, L. Ittermann, L. Manzke, R. Möckel, G. Nessing, M. Putze, R. Reifenrath, P. Schonert, H. Trapp und P. Wiesner verpflichtet. D. Dolch (Naturschutzstation Zippelsförde) übernahm in dankenswerter Weise die Verifizierung einer Vielzahl der brandenburgischen Funde. Darüber hinaus möchten wir uns für die hervorragende Unterstützung bei den Recherchen zu den typbezogenen Angaben der verschiedenen Windenergieanlagen bei den Ämtern für Immissionsschutz in Brandenburg/Havel, Cottbus, Frankfurt/Oder, Neuruppin und Wünsdorf bedanken. Dank gilt auch P. Burkhardt und U. Rahmel zur kritischen Durchsicht des Manuskripts.

14 Literatur

AHLÉN, I. (1997): Migratory behaviour of bats at south Swedish coasts. - Z. Säugetierk. 62: 375-380.

AHLÉN, I. (2002): Fladdermöss och fåglar dödade av vindkraftverk. - Fauna och Flora 97(3):14-22

ALCALDE, J.T. (2003). Impacto de los parques eólicos sobre las poblaciones de murciélagos. - Barbastella 2: 3-6.

ANONYMUS (1999): Abstract of windpower-related mortality at Buffalo Ridge, Minnesota 1996-1999. - unveröff. Manuskript: 4 S..

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

BACH, L., R. BRINKMANN, H. LIMPENS, U. RAHMEL, M. REICHENBACH & A. ROSCHEN (1999): Bewertung und planerische Umsetzung von Fledermausdaten im Rahmen der Windkraftplanung. - Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz 4: 162-170.

BARCLAY, R.M.R. (1984): Observations on the migration, ecology and behaviour of bats at Delta Marsh, Manitoba. – Can. Field Nat. 98:331-336.

BUCHLER, E.R. & P.J. WASILEWSKI (1985): Magnetic remanence in bats. – in: KIRSCHVINK, J.L., D.S.

CRAWFORD, R.L. & W.W. BAKER (1981): Bats killed at a north Florida Television tower: a25-year record. – J. Mammal. 62: 651-652.

DÜRR, T. (2001): Fledermäuse als Opfer von Windkraftanlagen. – Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 10: 182.

EKLÖF, J. (2003): Vision in echolocating bats. – Dissertation an der Univ. Göteborg: 106 S..

FENTON, M.B. & G.P. BELL. (1979): Echolocation and feeding behaviour in four species of Myotis (Chiroptera). - Can. J. Zool. 57: 1271-1277.

FÖRSTER, F. (2004): Windkraftanlagen und Fledermausschutz in der Oberlausitz. Manuskript zum Tagungsband der Fachtagung "Kommen die Vögel und Fledermäuse unter die Wind(räder)?", 17./18.11.2003, TU Dresden: 15 S.

GRIFFIN, D.R. (1970): Migration and homing in bats. – in: WIMSATT, W.A. (Hrsg.): Biology of bats. – Academic Press, New York: 233-264.

HALL, L.S. & G.C. RICHARDS (1972): Notes on Tadaria australis (Chiroptera: Molossidae). - Australian Mammalogy 1: 46.

HENSEN, F. (im Druck). Gedanken und Arbeitshypothesen zur Fledermausverträglichkeit von Windenergieanlagen.

JOHNSON, G.D., W.P. ERICKSON, M.D. STRICKLAND, M.F. SHEPHERD & D.A. SHEPHERD (2000): Avian monitoring studies at the Buffalo Ridge, Minnesota Wind Resource Area: Results of a 4-year study. – unveröff. Bericht der Northern States Power Company, Minnesota: 262 pp.

JOHNSON, G.D., W.P. ERICKSON, M.D. STRICKLAND, M.F. SHEPHERD & D.A. SHEPHERD (2003): Mortality of bats at a Large-scale wind power development at Buffalo Ridge, Minnesota. – Am. Midl. Nat.150: 332-342.

JOHNSON, G.D. (in pres.): What is known and not known about impacts on bats? – Proceedings of the avian interactions with wind power structures, Lackson Hole, Wyoming,

KEELEY, B.W., S. UGORETZ & D. STRICKLAND (2001): Bat Ecology and Wind Turbine Considerations. – in: NATIONAL WIND COORDINATING COMMITTEE (Hrsg.) National Avian-Wind Power Planning Meeting 4, Washington, D.C.: 135-146.

LEKUONA, J. M. (2001): Uso del Espacio por la Avifauna y Control de la mortalidad de Aves y Murciélagos en Los Parques Eólicos de Navarra durante un Ciclo anual. Direccion General de Medio Ambiente Departmento de Medio Ambiente, Ordenacion del Territorio y Vivienda. Gobierno de Navarra: 1-147.

MERKEL, F.W. (1980): Orientierung im Tierreich. - Grundbegriffe der modernen Biologie 15, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

MUELLER, H.C. (1966): Homing and distance-orientation in bats. – Z. Tierpsychol. 23: 403-421.

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

PETERSONS, G. (1990): Die Rauhhautfledermaus, *Pipistrellus nathusii* (Keyserling u. Blasius, 1839), in Lettland: Vorkommen, Phänologie und Migration. - Nyctalus 3: 81-98.

RAHMEL, U., L. BACH, R. BRINKMANN, C. DENSE, H. LIMPENS, G. MÄSCHER, M. REICHENBACH & A. ROSCHEN (1999): Windkraftplanung und Fledermäuse. Konfliktfelder und Hinweise zur Erfassungsmethodik. – Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz, Band 4: 155-161.

RAHMEL, U., R. BRINKMANN, H. LIMPENS, & A. ROSCHEN (2004): Windenergieanlagen und Fledermäuse – Hinweise zur Erfassungsmethodik.I.d.Bdn.

SCHERNER, E. R.. (1999): Windkraftanlagen und "wertgebende Vogelbestände" bei Bremerhaven: Realität oder Realsatire? – Beitr. Naturk. Niedersachsen 52 (4): 121-156.

SÖMMER, P. & J. HAENSEL (2003): Fledermäuse als Beute von Taggreifvögeln – überraschende neue Befunde besonders für die beiden schnellsten deutschen Falkenarten. Nyctalus (N.F.), Berlin (9) 1: 61-78.

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

VAN GELDER, R.G. (1956): Echo-location failure in migratory bats. - Transactions of Kansas Academy of Science 59: 220-222.

VAUK, G., M. BÖTTGER, T. CLEMENS, G. GROTE, G. HARTMANN, E. HARTWIG, C. LAMMEN u. E. VAUK-HENTZELT (1990): Biolog.-ökol. Begleituntersuchung zum Bau und Betrieb von WEA. Endbericht. NNA-Ber. (3) Sonderheft: 3-124.

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

Adressen der Verfasser:

Tobias Dürr
Landesumweltamt
Brandenburg
Staatliche Vogelschutzwarte
Buckower Dorfstraße 34
14715 Nennhausen
E-mail (c/o):
Torsten.langgemach@
lua.brandenburg.de

Lothar Bach
Hamfhofsweg 125 b
28357 Bremen
E-mail: *lotharbach@aol.com*