

ÜBERBLICK ZU AUSWIRKUNGEN VON WINDKRAFTANLAGEN AUF FLEDERMÄUSE – EINE KONFLIKTABSCHÄTZUNG

Lothar Bach & Ulf Rahmel

Zusammenfassung

Die verschiedenen Effekte von Windenergieanlagen auf das Verhalten von Fledermäusen werden dargestellt. Dabei spielen vor allem Kollisionen während der Zugzeit der Fledermäuse eine Rolle. Über die Auswirkungen von Ultraschallemissionen ist wenig bekannt. Veränderung der Raumnutzung durch Verlagerung und Verlust der sommerlichen Jagdhabitats sind für die Breitflügel-Fledermaus nachgewiesen, während die Zwergfledermaus scheinbar nicht beeinträchtigt wird. Bei Windparkplanungen sind zukünftig grundsätzlich die Belange des Fledermausschutzes und das Vorsorgeprinzip zu berücksichtigen.

1 Einleitung

Die möglichen Effekte von Windenergieanlagen (WEA) auf Vögel werden seit Jahren im Zusammenhang mit Planungen berücksichtigt und sind im Laufe der letzten fünf Jahre verstärkt untersucht worden (BACH ET AL. 1999A, BERGEN 2001, KRUCKENBERG & JAENE 1999, SCHREIBER 2000, SPRÖTGE 1999). Infolge von Fledermaustotfunden in den USA nahm dann auch in Europa die Aufmerksamkeit für mögliche Effekte von WEA auf Fledermäuse zu (BACH 2001, BACH ET AL. 1999B, DÜRR 2001, RAHMEL ET AL. 1999, TRAPP ET AL. 2002, VERBOOM & LIMPENS 2001). Wurden früher Windparks auf strukturarmen Flächen nahe der Küste erbaut, also in Bereichen, in denen nur mit geringer Fledermausaktivität zu rechnen war, werden die Anlagen jetzt infolge zunehmender Nabenhöhe und Leistungsoptimierung überall im Binnenland gebaut und beanspruchen

heckenreiche und waldnahe Flächen bzw. werden sogar innerhalb von Wäldern aufgestellt. Dadurch werden verstärkt die Lebensräume von Fledermäusen berührt. In dieser Arbeit wird versucht, den aktuellen Wissensstand zum Problemfeld "Fledermäuse und Windenergie" zusammenfassend darzustellen.

2 Problematik

1999 wurde erstmalig das Problemfeld "Fledermäuse-Windenergie" in der deutschsprachigen Literatur diskutiert (BACH ET AL. 1999B, RAHMEL ET AL. 1999). Wenig später zeigte sich im Rahmen von Untersuchungen zum Vogelschlag an WEA in den USA, dass die Zahl der Fledermaustotfunde unter WEA zum Teil höher war, als die der Vögel (JOHNSON ET AL. 2000). Mittlerweile sind diese Ergebnisse durch andere Untersuchungen aus dem In- und Ausland bestätigt worden (AHLÉN 2002,

ALCALDE MDL., DÜRR 2001, TRAPP ET AL. 2002). In den folgenden Jahren bestätigte sich die schon 1999 vermuteten negativen Auswirkungen von WEA auf die Jagdgebiete von Fledermäusen (BACH 2002). Während zum Fledermausschlag mittlerweile einiges an Datenmaterial vorliegt, ist das Wissen über die Gründe dafür unklar. Nachfolgend werden die bereits bekannten sowie die potentiellen Auswirkungen von WEA dargestellt und diskutiert. Die in Abbildung 1 dargestellten Problemfelder, Verlust von Jagdgebieten, Barriereeffekt, Fledermausschlag, Ultraschall-Emissionen, sind erkennbar.

Bei den, in Abbildung 1 aufgeführten Problemen handelt es sich jeweils um potentielle betriebsbedingte Auswirkungen. Neben diesen können ebenfalls bau- und anlagebedingte Wirkungen auftreten, die nachfolgend ebenfalls Berücksichtigung finden.

3 Auswirkungen von WEA

3.1 Störungen durch Ultraschall-emission

Schröder (1997) konnte zeigen, dass einige WEA-Typen Ultraschall bis 32 kHz emittieren, andere dagegen nicht. Fledermäuse reagieren auf Ultraschall, wenn sich die Intensität und/oder die Frequenzen der Emission im Bereich der eigenen Lautäußerungen bewegt (NEUWEILER 1980, SCHMIDT & JOERMANN 1986, SIMMONS ET AL. 1978). Von Einzelbeobachtungen unterschiedlicher Art abgesehen, ist bislang jedoch nichts darüber bekannt, wie Fledermäuse auf Ultraschall emittierende WEA reagieren.

3.2 Direkter Verlust des Jagdgebietes

Die Jagdhabitate wie auch das Jagdverhalten der einzelnen Fledermausarten unterscheiden sich beträchtlich. Besitzen Braune Langohren (*Plecotus auritus*) ein relativ kleines Jagdrevier, welches sich im Extremfall auf wenige Bäume beschränken kann, so ist z.B. das der Fransenfledermaus (*Myotis nattereri*) (*Gleaner*) und der Großen Bartfledermaus (*Myotis brandtii*) großräumiger, wobei diese Arten jedoch sehr strukturgebunden entlang von Hecken oder im Wald jagen. Neben diesen Arten, bei denen kaum betriebsbedingte, d.h. durch die sich drehenden Rotoren bedingte Konflikte mit WEA zu erwarten sind, gibt es jedoch eine Reihe von Arten, die weniger strukturgebunden entlang von Hecken jagen wie Zwerg- und Breitflügel-Fledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*, *Eptesicus serotinus*) bis hin zu Arten wie der

Kleinabendsegler (*Nyctalus leisleri*) und Große Abendsegler (*Nyctalus noctula*), die regelmäßig im freien Luftraum in Höhen bis zu 150 m über Wiesen, Weiden, Feldern und Wäldern jagen (KRONWITTER 1988, RUSS ET AL. 2003). Gemeinsame Beobachtungen von Bach und Ingemar Ahlén auf Öland mit einer Wärmebildkamera zeigen, dass zumindest diese letztgenannte Art auch weit aus höher fliegt, als vom Boden her mit dem Detektor (Reichweite maximal ca. 150 m) erfassbar. Die meisten Fledermausarten suchen vermutlich traditionell jedes Jahr die gleichen Jagdgebiete auf. Wird eine WEA in diesen Jagdbereich gebaut, so ist es wahrscheinlich, dass sie lernen den räumlichen Wirkungsbereich der Rotoren zu erkennen. Daher ist damit zu rechnen, dass die Fledermäuse, deren angestammtes Jagdgebiet den Bereich einer WEA mit einschließt, diesen wegen der Rotorbewegung und der Turbulenzen meiden. Damit entstehen innerhalb eines Windparks eine Reihe

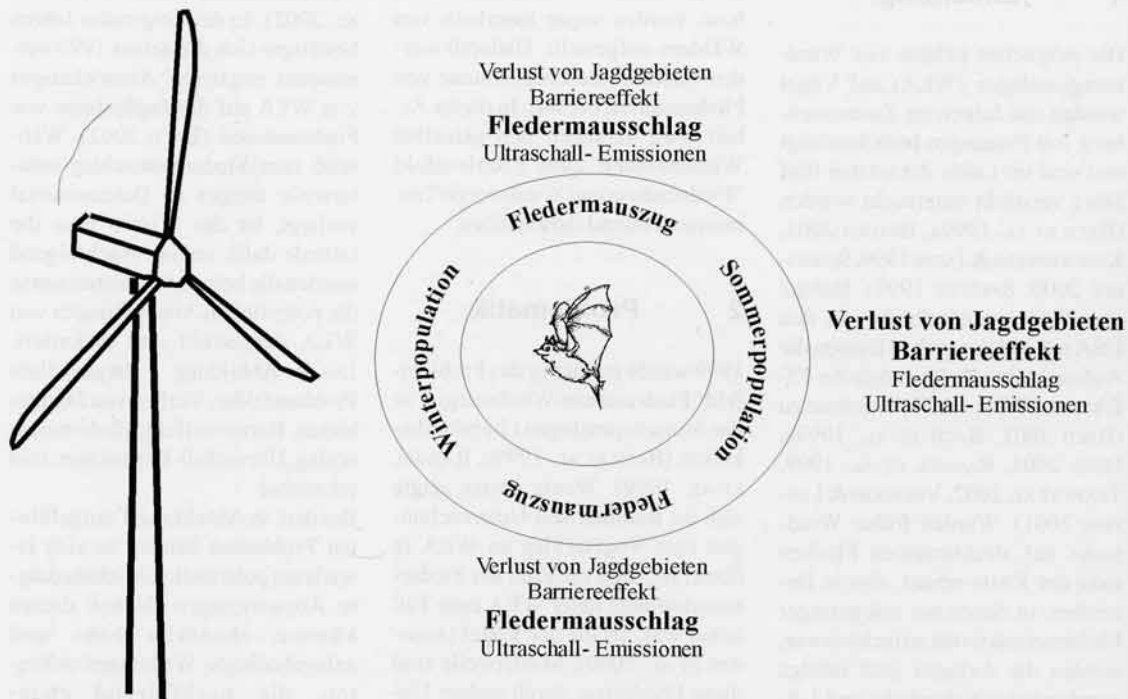


Abbildung 1: Mögliche Probleme von Fledermäusen mit WEA (fett = vermutete Hauptprobleme)

von "Einzelflächen", die von den Fledermäusen nicht mehr bejagt werden, was je nach Anlagendichte dazu führen kann, dass der gesamte Windparkbereich gemieden wird. In einer eigenen fünfjährigen Untersuchung im Landkreis Cuxhaven (Niedersachsen) wurde festgestellt, dass Breitflügel-Fledermäuse nach dem Bau eines Windparks (Nabenhöhe 30 m, Rotordurchmesser 30 m) dieses vorher als sommerliches Jagdgebiet genutzte Gelände im Laufe von vier Jahren immer weniger nutzten (BACH 2002). Dagegen war eine solche Abnahme der Beobachtungszahlen in einer Übersichtserfassung im Umfeld des Windparks im gleichen Zeitraum nicht zu verzeichnen. Im Gegenteil dazu konnte für die Zwergfledermäuse eine Steigerung der Jagdaktivität im Windpark nachgewiesen werden (Abb. 2, Anhang I + II) während die Beobachtungszahlen in der Übersichtserfassung nahezu stabil blieben. Das heißt, beide Arten zeigen eine unterschiedliche Reaktion auf die

WEA. Vergleicht man die Jagdaktivität im Umfeld der WEA, stellt man fest, dass die Breitflügel-Fledermäuse vorwiegend einen Abstand von über 100 m einhält (Ausnahme 2002, wo die Tiere entlang einer Flugstraße durch den Windpark jagten, die etwa 100 m von der nächsten WEA entfernt lag), während die Zwergfledermäuse im Laufe der drei Jahre nach Aufstellung der WEA zunehmend in Abständen unter 50 m um die WEA jagte (Abb. 3). Auch die Jagdaktivität entlang von Hecken, die bis 50 m an WEA heranreichten, nahm bei der Breitflügel-Fledermäuse deutlich ab, während sie bei der Zwergfledermäuse zunahm und sogar der Aktivität der Heckenabstände ohne WEA übertraf (Abb. 4). Die Zwergfledermäuse jagten sogar direkt im Umfeld der WEA, allerdings veränderte sich hier das Jagdverhalten abhängig von der Stellung der Rotoren zur Jagdstrecke. Drehten sich die Rotoren parallel zur Jagdstrecke (z.B. einer Hecke), so flogen die Tiere wie gewohnt in

einer Höhe von 2-10 m entlang der Hecke und näherten sich den Rotoren bis auf unter 10 m an. Drehten sich die Rotoren hingegen senkrecht im Winkel vom 90° zur Jagdstrecke der Tiere (Entfernung der Rotorenspitze zur Hecke nur noch ca. 10 m), so flogen die Zwergfledermäuse an diesen Stellen auffällig dicht über dem Boden (Abb. 5). Zusammenfassend betrachtet gibt es nach den Untersuchungen von Bach (2002) Indizien dafür, dass Breitflügel-Fledermäuse Windparks zu meiden scheinen, während Zwergfledermäuse diese Flächen offensichtlich weiterhin als Jagdgebiet nutzen, aber ihr Jagdverhalten im Umfeld der WEA ändern. Abgesehen von der hier aufgezeigten Untersuchung von Bach (2002), sind uns keine weiteren Untersuchungen zu dieser Problematik bekannt. Lediglich drei Untersuchungen in USA zeigten, dass große Wochenstubengesellschaften in unmittelbarer Nähe von Windparks nicht zu erhöhten Totfunden der dort siedelnden Arten im

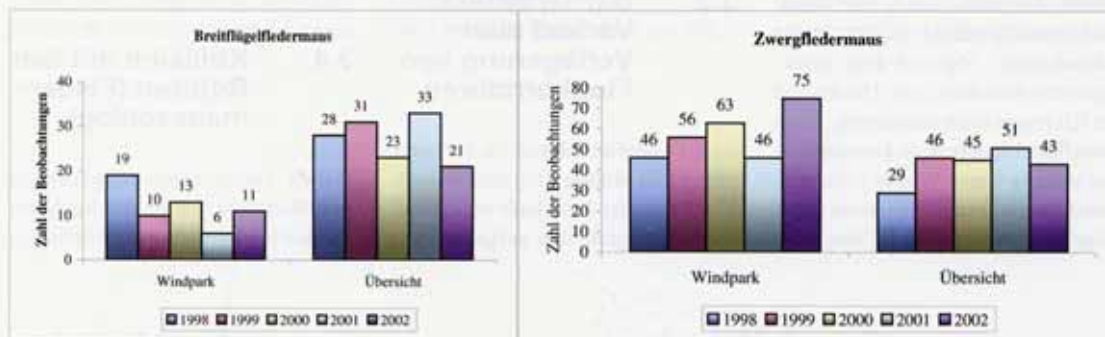


Abbildung 2: Entwicklung der Jagdaktivität der Breitflügel- und Zwergfledermäuse im Windpark und in der Übersichtserfassung

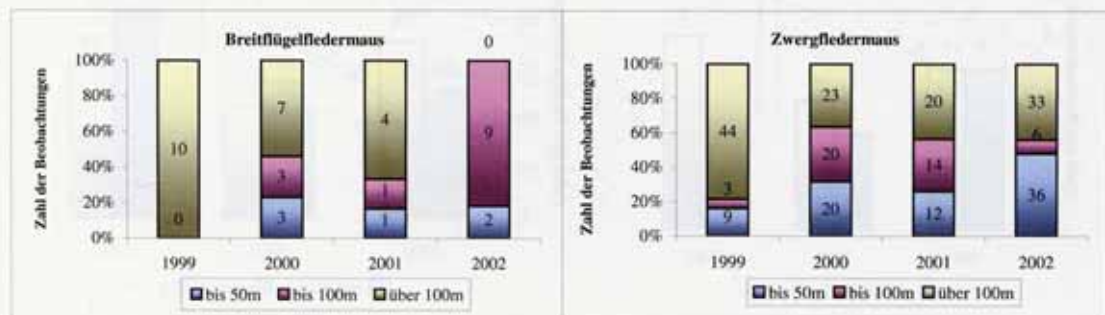


Abbildung 3: Jagdaktivität der Breitflügel- und Zwergfledermäuse im Abstand zu sich in Betrieb befindlichen WEA von 1999-2002

Einzugsbereich der WEA während des Sommers führten (GRUVER & NICHOLSON ZITIERT IN JOHNSON IM DRUCK). Es blieb jedoch unklar, ob diese Arten auch im Windpark jagten, ihre Jagdgebiete verschoben etc. oder nicht. Dies bedeutet, dass hier noch erheblicher Forschungs- und Klärungsbedarf besteht. Dies sollte weitere Untersuchungen an Breit- und Zwergfledermaus beinhalten und notwendigerweise auf Arten wie Rauhauf- und Großabendsegler, Kleinabendsegler und Zweifarbfledermaus ausgedehnt werden. Aufgrund des Jagdverhaltens der beiden Abendseglerarten kann von einer ähnlichen Reaktion wie bei der Breitflügelfledermaus ausgegangen werden, d.h. es wird von einer Meidung der WEA und ggf. des gesamten Windparkbereiches auszugehen sein. Hinweise hierauf geben eigene Beobachtungen während Untersuchungen im Landkreis Stade aus den Jahren 2002 und 2003. Hier wurde beobachtet, dass Abendsegler einen schon bestehenden Windpark aus 9 Anlagen mittlerer Höhe im Abstand von etwa 100 m auf einer Flugstraße umflogen (BACH, SCHIKORE MDL.). Im Windparkbereich selbst jagten keine Abendsegler, obgleich hier insektenreiche Brachen, eine Hecke und ein Kleingewässer existierten. Auch Breitflügelfledermäuse konnten hier nur entlang eines Weges (eine Beobachtung während insgesamt sechs Begehungen) im Abstand von etwa

70 m zu einer WEA mittlere Höhe verfliegen. Neben den bisher dargestellten betriebsbedingten Auswirkungen können je nach Anlagenstandort bau- und anlagebedingte Auswirkungen auftreten. Die zu erwartenden Auswirkungen treten vor allem bei geplanten Anlagenstandorten in Wäldern auf. Hier müssen u.U. für Zufahrtswege und zum Aufbau der Anlagen entsprechende Flächen gerodet werden. Während der Bauphase können solche Eingriffe einen Jagdgebietsverlust für eine Reihe von im Wald jagenden Fledermausarten, wie Großes Mausohr, Bechstein-, Fransenfledermaus u.a. bedeuten. Zudem können Quartierstandorte durch die Rodung von Bäumen direkt betroffen sein. Anlagebedingte Auswirkungen innerhalb des Waldes sind vermutlich eher als gering einzustufen, da sie kleinflächig sind und die Flächen, nachdem die Vegetation wieder aufgewachsen ist, von den genannten Arten wieder genutzt werden können.

3.3 Barriereeffekt: Verlust oder Verlagerung von Flugkorridoren

Es ist ebenfalls damit zu rechnen, dass Fledermäuse Flugstraßen bzw. Flugkorridore innerhalb von Windparks verlagern oder aufgeben, was

im Extremfall zur Aufgabe von Quartieren führen kann. In der im Landkreis Cuxhaven durchgeführten Untersuchung (BACH 2002) konnte festgestellt werden, dass die Breitflügelfledermaus ihre Jagdaktivität innerhalb des Windparks stark reduzierte (s.o.). Die durch den Windpark führende Flugstraße wurde jedoch auch weiterhin genutzt. Auch die Zwergfledermaus nutzte ihre Flugstraße weiterhin (BACH 2002).

Für die wahrscheinlich am stärksten betroffenen Arten, die hochfliegenden Groß- und Kleinabendsegler, liegen keine systematisch erhobenen Daten vor. In der schon oben erwähnten Untersuchung im Landkreis Stade konnte allerdings beobachtet werden, dass Abendsegler die bestehenden WEA umflogen. Dabei hielten sie einen Abstand von mehr als 100 m ein. Mit negativen Auswirkungen durch WEA ist für beide Abendseglerarten zu rechnen, wobei im Einzelfall zu klären ist, ob solche Ausweichmanöver z.B. beim Abendsegler als erhebliche Beeinträchtigung einzustufen sind.

3.4 Kollision mit den Rotoren (Fledermausschlag)

Neben Jagdgebietsverlagerungen und Barriereeffekten bei hochfliegenden Fledermausarten wird in den

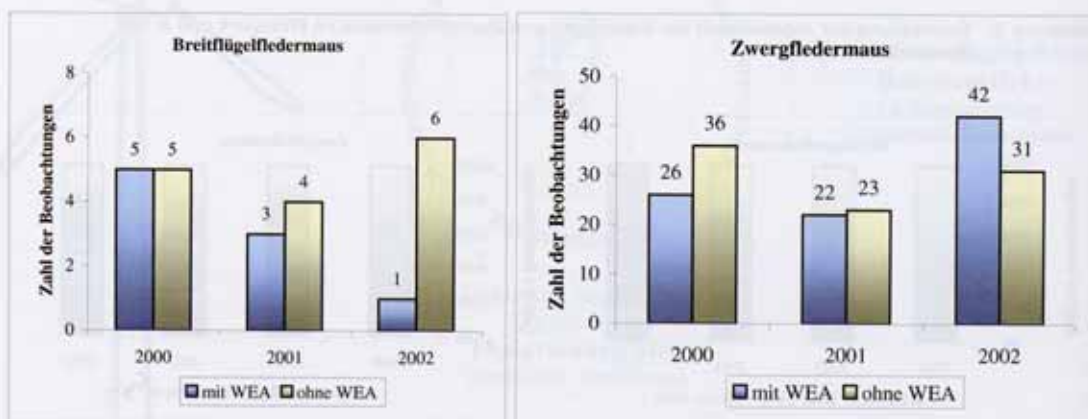


Abbildung 4: Jagdaktivität der Breitflügel- und Zwergfledermaus an Heckenabschnitten mit WEA (Abstand < 50 m) und ohne WEA

letzten Jahren verstärkt Fledermausschlag an den Rotoren festgestellt. Dabei übertrifft die Zahl der an WEA geschlagene Fledermäuse i.d.R. deutlich die der Vögel (DÜRR & BACH 2004 I.D.BD., JOHNSON ET AL. 2000). Gefunden werden vor allem ziehende Arten, wie die beiden Abendseglerarten und Rauhaufledermäuse (DÜRR & BACH 2004 I.D.BD.). Insgesamt ist Fledermausschlag in Europa bislang bei 14 Arten, in Deutschland bei 10 Arten festgestellt worden. Die meisten bekannten Totfunde stammen von ziehenden Arten aus der spätsommerlichen bzw. herbstlichen Zugzeit, es sind aber auch Arten betroffen, die nicht als typische "ziehende Fledermäuse" eingestuft sind (vgl. Dürr & Bach 2004 i.d.Bd.). In den USA sind ebenfalls fast ein Drittel der vorkommenden Arten betroffen (Johnson, briefl. Mitt.).

Bei umfangreichen Untersuchungen in den USA wurden ca. 90 % der Schlagopfer zwischen Mitte Juli und Ende September gefunden, davon etwa 50 % im August, wobei der starke Anstieg an Totfunden im Spätsommer nicht auf eine Zunahme von verunfallten Jungtieren zurückzuführen ist. Der registrierte Zeitraum

füllt jedoch mit den Zugzeiten der betroffenen Arten zusammen. Warum Totfunde vorwiegend während des Herbst- nicht aber während des Frühjahrszuges auftreten ist bislang unklar. Es deutet sich aber an, dass Fledermäuse im Frühling auf anderen Routen ziehen und/oder ein anderes Zugverhalten zeigen. So zieht *Lasiurus cinereus* in den USA im Frühjahr stärker in der Landschaft verteilt und weniger konzentriert als im Herbst (JOHNSON ET AL. 2003). Dies gilt vermutlich in gleichem Maße für Abendsegler und Rauhaufledermäuse in Europa. Ähnlich, wie es sich in Deutschland abzuzeichnen scheint, sind die Lokalpopulationen nicht betroffen. Auch geht man in den USA davon aus, dass jagende Tiere nicht an WEA geschlagen werden, da die Fledermausaktivität an den WEA zu gering ist und die WEA in für Fledermäuse ungünstigen Jagdhabitaten stehen. So konnten beispielweise keine "Fangmomente" per Detektor registriert werden (JOHNSON ET AL. 2003). Im Gegensatz dazu beobachtete Ahlén in Schweden Fledermausschlag auch bei jagenden Tieren (AHLÉN 2002).

Der Grund für Kollisionen mit WEA

oder anderen Konstruktionen (Funkmasten etc.) ist bislang nicht verstanden (OSBORN ET AL. 1996, JOHNSON ET AL. 2003). Diskutiert werden in diesem Zusammenhang u.a. "unfreundliche Wetterumstände" (Van Gelder 1956), was aber nicht bestätigt werden konnte (AHLÉN 2002, JOHNSON ET AL. 2003), gesteigerte Jagd-Attraktivität im Bereich der Kanzel durch erhöhte Wärmeabstrahlung der Kanzel und somit erhöhte Insektenichte während kühler Nächte (AHLÉN 2002), "nicht Erkennen von Hindernissen" infolge nicht ausreichender Echoortung während des Zuges (AHLÉN 2002, BACH 2001, CRAWFORD & BAKER 1981, DÜRR & BACH 2004, I.D.BD., JOHNSON ET AL. 2003) und falsche Einschätzung der Rotorgeschwindigkeit. Dabei wird zunehmend deutlich, dass Fledermäuse vermutlich Probleme haben die Rotorbewegung und deren Geschwindigkeit richtig einzuschätzen, was wiederum untermauert wird von Ergebnissen aus den USA, wo die Tiere zwar an den WEA verunfallen, nicht aber an den Wetterbeobachtungstürmen in den Windparks (JOHNSON BRIEFL. MITT.). Über den Einfluss des Fledermaus-schlags auf Populationen lassen sich

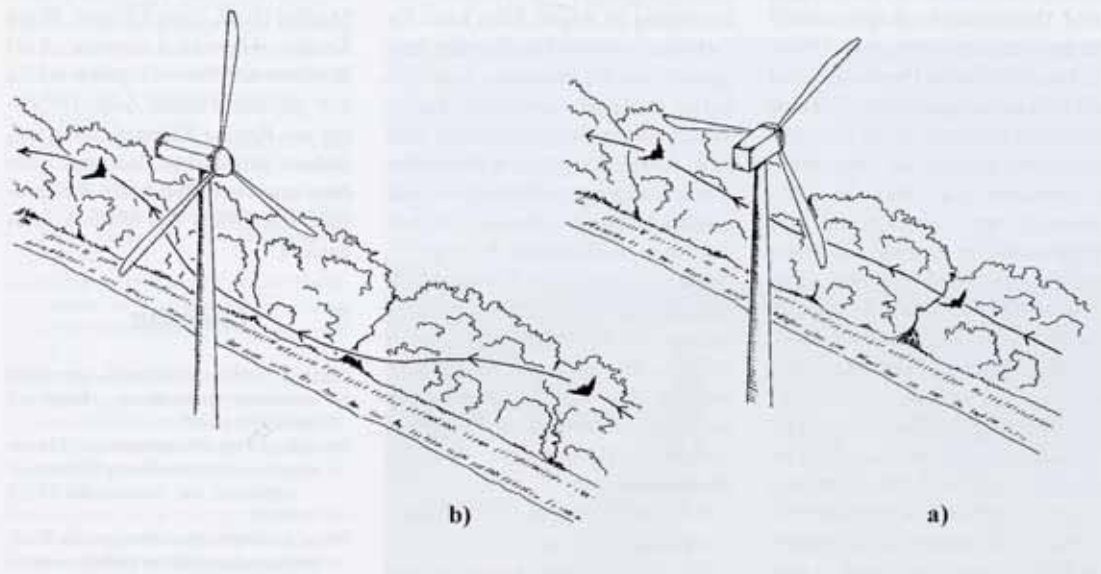


Abbildung 5: Verhaltensveränderungen bei der Zwergfledermaus in direkten Umfeld von sich drehenden Rotoren: a) Rotoren drehen sich parallel zur Flugbahn, b) Rotoren drehen sich quer zur Flugbahn

keine Aussagen machen, nicht zuletzt, da bislang erstaunlich wenig über die Dimension des Fledermauszuges bekannt ist. Zusammen mit den im Jahr 2004 angelaufenen Projekten wird aber deutlich, dass das Ausmaß an Fledermausschlag bislang stark unterschätzt wurde, da es vor allem an systematischen Untersuchungen fehlt. Hier liegt dringender Forschungsbedarf, um den Erfordernissen des Fledermausschutzes im Rahmen der Landschaftsplanung gerecht zu werden (VGL. RAHMEL ET AL. 2004, I.D.BND.).

4 Konsequenzen für Naturschutz und Landschaftspflege

Zusammenfassend ist festzustellen, dass bislang 10 einheimische Fledermausarten als WEA-Opfer gefunden wurden (VGL. DÜRR & BACH 2004, I. D. BND.) und außerdem von einem Verlust an Jagdhabitat bei mindestens 2-4 Arten auszugehen ist. Alle Fledermausarten gehören nach §1 BArtSchV zu den besonders geschützten Arten. Eine ganze Reihe von Gefährdungsursachen (u.a. Belastung der Nahrung mit Giftstoffen, Verlust von Jagdgebieten und Zerstörung von Quartieren) führte dazu, dass fast alle heimischen Fledermausarten in die Rote Liste Deutschlands aufgenommen werden mussten (BOYE ET AL. 1998). Die Bundesrepublik Deutschland hat im Laufe der vergangenen Jahre eine Reihe von internationalen Konventionen zum Schutze der Fledermäuse ratifiziert, u.a. 1991 das „Abkommen zur Erhaltung der Fledermäuse in Europa“ (BUNDES-GESETZBLATT, JAHRGANG 1993, TEIL II: 1106-1112). Es räumt demnach dem Fledermausschutz auch einen hohen politischen Stellenwert ein. Schon allein aus der politischen Verpflichtung der Bundesrepublik Deutschland zum Schutz der Fledermäuse lässt sich die Forderung ableiten, Fledermäuse bei Eingriffsvorhaben, die erhebliche Beeinträchtigungen dieser Tiergruppe erwarten lassen, in verstärktem Maße zu berücksichtigen. Die oben angeführten Ausführungen über den Einfluss

von WEA auf Fledermäuse machen es daher nach Louis (1991) erforderlich, detaillierte Fledermausuntersuchungen im Rahmen von Windparkplanungen durchzuführen. An dieser Stelle wird nicht weiter auf methodische Standards zur Erfassung von Fledermäusen bei Windparkplanungen eingegangen, sondern auf die von einer Arbeitsgruppe in diesem Band publizierten Untersuchungsstandards verwiesen (RAHMEL ET AL. 2004, I. D. BND.). Um die derzeitige Wissensdefizite bezüglich Fledermausschlag, Einfluss auf Jagdverhalten und Raumnutzung der Fledermäuse zu verringern, sind mehrjährige wissenschaftliche Untersuchungen an schon bestehenden Windparks bzw. Vorher-Nachher-Untersuchungen bei zukünftigen Planungen notwendig. Entsprechende Untersuchungen sollten in unterschiedlichen Regionen Deutschlands erfolgen, um die lokal erzielten Ergebnisse für einzelne Arten berücksichtigen zu können. Gleichzeitig sollten Untersuchungen zur Klärung des Kollisionsgrundes erfolgen (siehe hierzu DÜRR & BACH 2004, I.D.BND.).

Aufgrund der jetzigen Kenntnisse, gerade in Bezug auf Fledermausschlag während der Zugzeit, ist ohne weitergehende intensivere Untersuchungen immer dem Vorsorgeprinzip zur Abwendung möglicher Beeinträchtigungen der Fledermäuse Rechnung zu tragen. Dies kann für Gebiete, in denen Zugaktivität festgestellt wurde, bedeuten, dass einzelne Anlagen und/oder ganze Windparks in Frage zu stellen sind bzw. die Betriebsphase während der Zugzeit stark einzuschränken ist, und dies auch ohne die genaue Kenntnis des Ursache-Wirkungs-Prinzips.

Nicht alle Fragen, die Planer an Fledermauskundler stellen, um ihre Planungen fachlich einwandfrei abzuwickeln, können heute beantwortet werden. Für weitere Forschungen sind die nachfolgenden Fragestellungen von Bedeutung:

Fledermauszug

- Wie hoch fliegen Fledermäuse während des Zuges?
- Welche Zugwege/-korridore nutzen sie?
- Wie intensiv echoorten Fledermäuse während des Zuges?

- Welche weiteren Sinne nutzen die Fledermäuse und in welcher Intensität?
- Woran orientieren sich Fledermäuse (Küstenlinien, Flussläufe, andere lineare Strukturen)?

Problemfeld Fledermäuse und WEA

- Wie reagieren hochfliegende Arten (z.B. Abendsegler) auf WEA in ihrem Jagdgebiet?
- Welche Faktoren bewirken Fledermausschlag an WEA (Wetter, Rotorbewegungen)?
- Welchen Effekt hat Fledermausschlag auf Fledermauspopulationen?
- Welche Methoden können zur Untersuchung von Fledermausverhalten und -schlag eingesetzt werden?
- Wie kann Fledermausschlag verhindert werden?
- Gibt es Möglichkeiten, Fledermäuse auf die Gefahren durch WEA aufmerksam zu machen (Ultraschallemissionen etc.)?

Dank

Bedanken möchte wir uns bei all denjenigen, die eine Diskussion über dieses Thema mit in Gang gesetzt haben und in vielen Diskussionen zur Methodenentwicklung beitragen. Insbesondere Ingemar Ahlén, Robert Brinkmann, Carsten Dense, Markus Dietz, Greg Johnson, Brian Keeley, Herman Limpens, Axel Roschen und Steven Ugoretz sollen hier genannt werden. Zudem möchten wir Regina Klüppel-Hellmann, Robert Brinkmann, Herman Limpens und Anke Ibach für die kritische Durchsicht des Manuskriptes danken.

5 Literatur

- AHLÉN, I. (2002): Fladdermöss och fåglar dödade av vindkraftverk. - Fauna och Flora 97:3:14-22
- BACH, L. (2001): Fledermäuse und Windenergie – reale Probleme oder Einbildung? – Vogelkund. Ber. Niedersachs. 33 (2): 119-124.
- BACH, L. (2002): Auswirkungen von Windenergieanlagen auf das Verhalten und die Raumnutzung von Fledermäusen am Beispiel des Windparks "Hohe Geest", Midlum - Endbericht. – Unveröff. Gutachten i.A. des Instituts für angewandte

- Biologie, Freiburg/Niederelbe: 46 Seiten.
- BACH, L., K. HANDKE & F. SENNING (1999a): Einfluß von Windenergieanlagen auf die Verteilung von Brut- und Rastvögeln in Nordwest-Deutschland – erste Auswertung verschiedener Untersuchungen. – *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz* 4: 107-121.
- BACH, L., R. BRINKMANN, H. LIMPENS, U. RAHMEL, M. REICHENBACH & A. ROSCHEN (1999b): Bewertung und planerische Umsetzung von Fledermausdaten im Rahmen der Windkraftplanung. – *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz* 4: 162-170.
- BERGEN, F. (2001): Untersuchungen zum Einfluß der Errichtung und des Betriebs von Windenergieanlagen auf Vögel des Binnenlandes. – Diss. an der Ruhr-Universität Bochum: 287 S..
- BOYE, P., R. HUTTERER & H. BEHNKE (1998): Roter Liste der Säugetiere (Mammalia). – In: Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. – Schr.-R. f. Landschaftspf. u. Natursch. Heft 55: 33-39.
- CRAWFORD, R.L. & W.W. BAKER (1981): Bats killed at a north Florida television tower: a 25-year record. – *J. Mammal.* 62: 651-652.
- DÜRR, T. (2001): Fledermäuse als Opfer von Windkraftanlagen. – *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg* 10: 182.
- DÜRR, T. & L. BACH (2004): Fledermäuse als Schlagopfer von Windenergieanlagen – Stand der Erfahrungen mit Einblick in die bundesweite Fundkartei. – *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz*. In diesem Band
- 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. (IM DRUCK): What is known and not known about impacts on bats? – Proceedings of the avian interactions with wind power structures, Lackson Hole, Wyoming.
- 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.
- LOUIS, H.W. (1991): Der Schutz von Fledermäusen im Naturschutzrecht. – *Naturschutz Landschaftspf. Niedersachsen* 21: 15-17.
- KRONWITTER, F. (1988): Population structure, habitat use and activity patterns of the noctule bats, *Nyctalus noctula* SCHREB., 1774 (Chiroptera: Vespertilionidae) revealed by radio tracking. – *Myotis* 26: 23-87.
- KRUCKENBERG, H. & J. JAENE (1999): Zum Einfluss eines Windparks auf die Verteilung weidender Bläßgänse im Rheiderland (Landkreis Leer, Ostfriesland). – *Natur & Landschaft* 74(19): 420-427.
- NEUWELER, G. (1980): Auditory processing of echoes: peripheral processing. – in: R. G. Busnel & J.F. Fisch (ed.): *Animal Sonar Systems*, Plenum Press, New York: 519-548.
- 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.
- RAHMEL, U., L. BACH, R. BRINKMANN, C. DENSE, H. LIMPENS, G. MASCHER, 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., L. BACH, R. BRINKMANN, H.J.G.A. LIMPENS & A. ROSCHEN (2004): Windenergieanlagen und Fledermäuse – Hinweise zur Erfassungsmethodik. – *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz*. In diesem Band
- RUSS, J.M., M. BRIFFA & W.I. MONTGOMERY (2003): Seasonal patterns in activity and habitat use by bats (*Pipistrellus* spp. and *Nyctalus leisleri*) in Northern Ireland, determined using a driven transect. – *J. Zool. Lond.* 259: 289-299.
- SCHMIDT, U. & G. JOERMANN (1986): The influence of acoustical interferences on echolocation in bats. – *Mammalia* 50: 379-389.
- SCHREIBER, M. (2000): Windkraftanlagen als Störquellen für Gastvögel. – In: Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.): Empfehlungen des Bundesamtes für Naturschutz zu naturschutzverträglichen Windkraftanlagen. Kap. 5.2: 1-55.
- SCHRÖDER, T. (1997): Ultraschall-Emissionen von Windenergieanlagen. Eine Untersuchung verschiedener Windenergieanlagen in Niedersachsen und Schleswig-Holstein. – unveröff. Gutachten des I.f.Ö.N.N. im Auftrag des NABU e.V., LV Niedersachsen: 1-15.
- SIMMONS, J.A., W.A. LAVENDER, B.A. LAVENDER, J.E. CHILDS, K. HULEBAK, M.R. RIGDEN, J. SHERMAN & B. WOOLMAN (1978): Echolocation by free-tailed bats (*Tadarida*). – *J. Com. Phys.* 125: 291-299.
- SPRÖTGE, M. (1999): Entwicklung der Windenergienutzung und Anforderungen an planungsorientierte ornithologische Fachbeiträge. Ein Beitrag aus der Planungspraxis. – *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz* 4: 7-14.
- VAN GELDER, R.G. (1956): Echo-location failure in migratory bats. – *Transactions of Kansas Academy of Science* 59: 220-222.
- TRAPP, H., D. FABIAN, F. FÖRSTER & O. ZINKE (2002): Fledermausverluste in einem Windpark der Oberlausitz. – *Naturschutzarbeit in Sachsen* 44: 53-56.
- VERBOOM, B. & H.J.G.A. LIMPENS (2001): Windmolens en Vleermuizen. – *Zoogdier* 12: 13-17.

Adressen der Verfasser:

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

Dipl.-Biol. Ulf Rahmel
Meyer & Rahmel GbR
Holzhausen 23
27243 Harpstedt
E-mail: info@meyer-rahmel.de

Anhang:

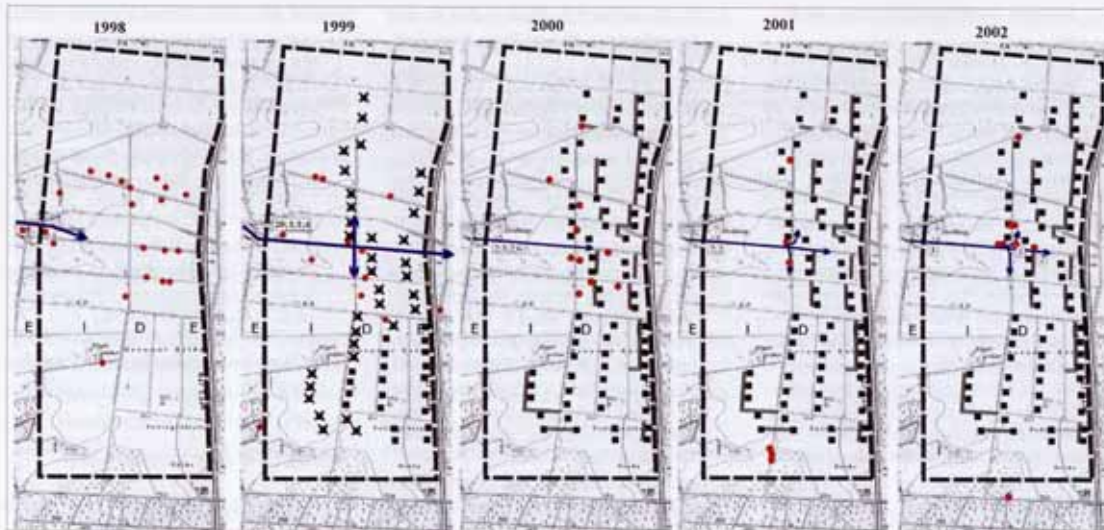
Anhang I: Windpark Midlum -
Breitflügelfledermaus 1998-
2002

Anhang II: Windpark Midlum -
Breitflügelfledermaus 1998-
2002



(Foto: Martin Sprötge)

Windpark Midlum an der A2: Anlagen mit 40m Rotordurchmesser und mit 32m extrem niedriger Turmhöhe (Gesamthöhe 52m)



Anhang I: Windpark Midlum - Breitflügelfledermaus 1998-2002

--- Grenze des UG Windpark

✕ WEA im Bau

■ WEA in Betrieb

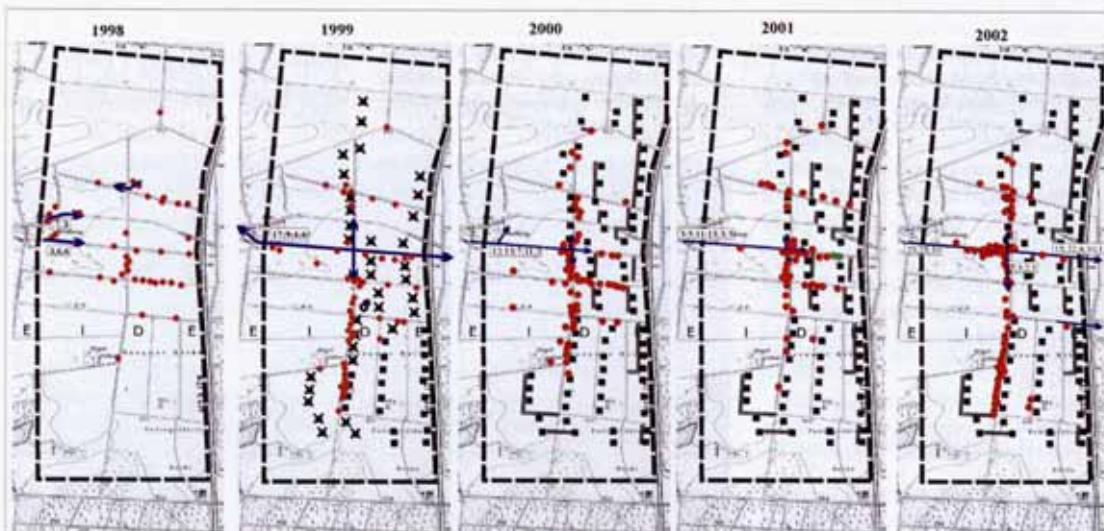
● Jagdbeobachtung

← 6 → Flugstraße (6 Tiere)

0 10 km
Kartengrundlage 1 : 25.000
maßstäblich verkleinert



Dipl.-Biol. Lothar Bach



Anhang II: Windpark Midlum- Zwergfledermaus 1998-2002

--- Grenze des UG Windpark

✕ WEA im Bau

■ WEA in Betrieb

● Jagdbeobachtung

← 6 → Flugstraße (6 Tiere)

● Mückenfledermaus

0 10 km
Kartengrundlage 1 : 25.000
maßstäblich verkleinert



Dipl.-Biol. Lothar Bach