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-

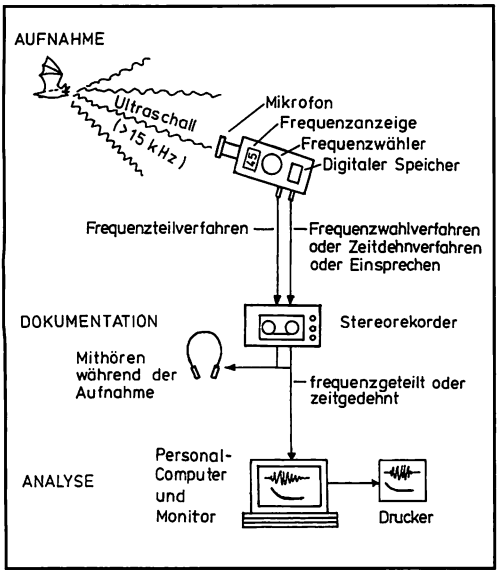

Abb. 2. Aufnahme, Dokumentation und Analyse von Fledermausrufen

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.

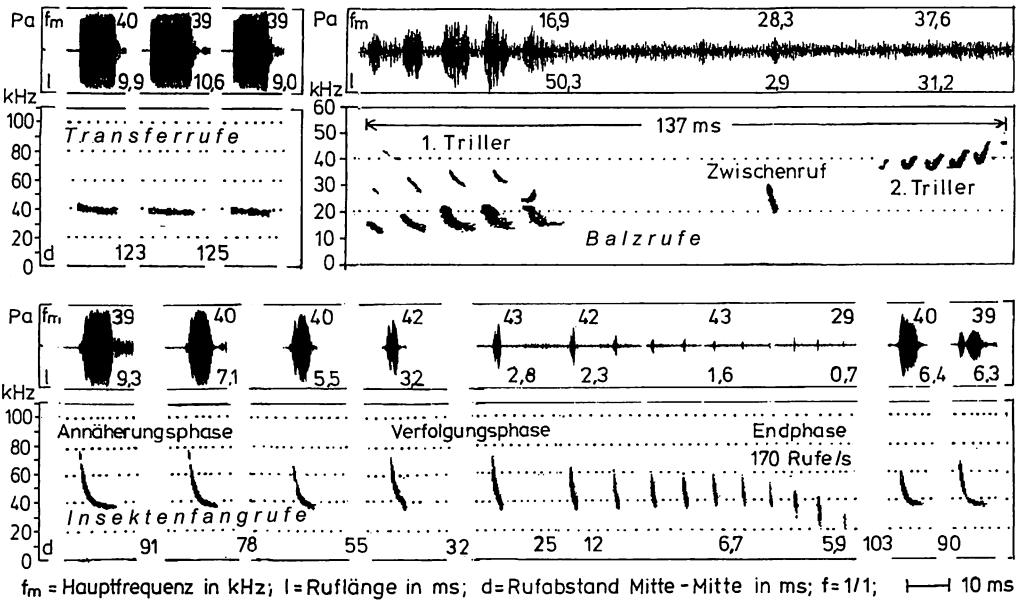

Abb. 3. Rauhautfledermaus - *Pipistrellus nathusii*, Oszillogramme und Spektrogramme. Oben links: Hindernisfreie Transferrufe in 4-8 m Höhe; Nordseeinsel Helgoland, 2.9.2000. Oben rechts: Balzrufe entlang des Flusses in etwa 3 m Höhe; Wuppertal, 15.9.2000. In gleicher Weise in einer Steilwand; Nordseeinsel 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.

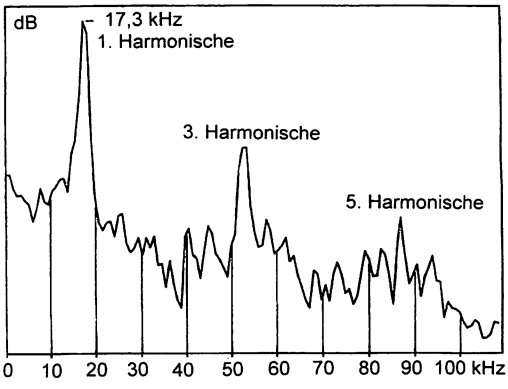

Abb. 4. Großer Abendsegler - *Nyctalus noctula*. Flug in großer Höhe. 17,2 kHz mit der typischen Harmonischen. 30.8.2005, Helgoland.

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,

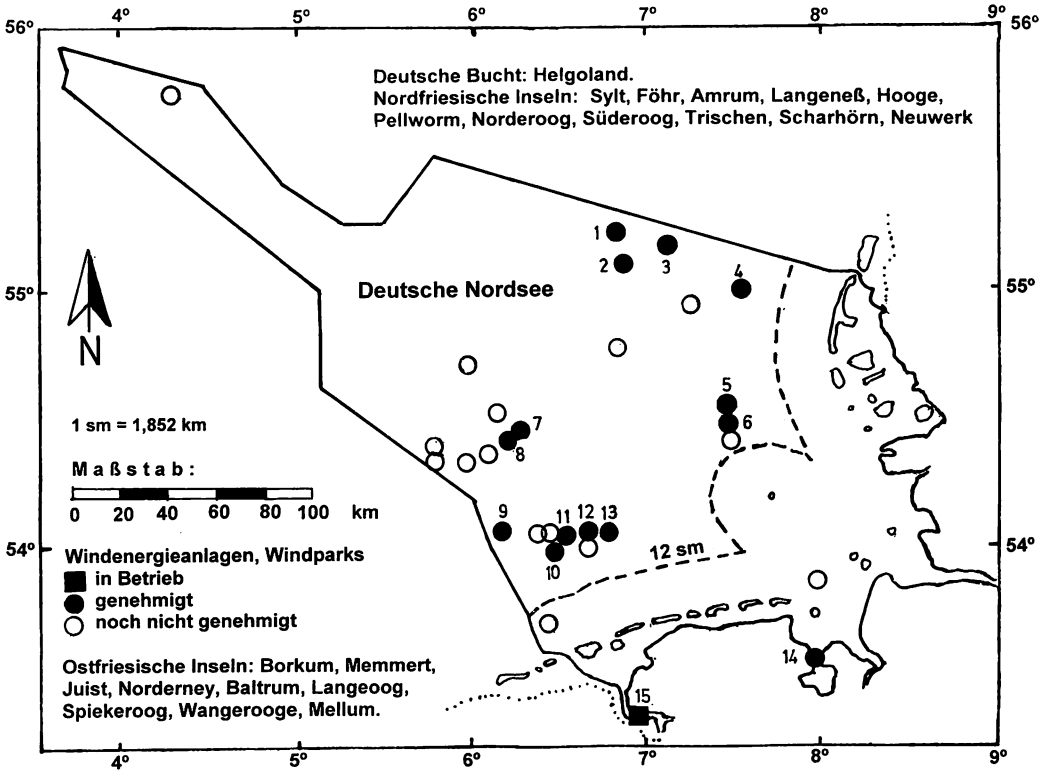

Abb. 5. Windenergieanlagen und Windparks in der Deutschen Nordsee: 1 Sandbank 24 – 2 Nördlicher Grund – 3 Dan Tysk – 4 Offshore-Bürger-Windpark Butendiek – 5 Amrumbank West – 6 Nordsee Ost – 7 Global Tech I – 8 Hochsee Windpark Nordsee – 9 Borkum Riffgrund West – 10 Borkum Riffgrund – 11 Borkum West – 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

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Nyctalus – Internationale Fledermaus-Fachzeitschrift

Jahr/Year: 2007

Band/Volume: NF_12

Autor(en)/Author(s): Skiba Reinald

Artikel/Article: Die Fledermäuse im Bereich der Deutschen Nordsee unter Berücksichtigung der Gefährdungen durch Windenergieanlagen (WEA) 199-220