



EUROBATS



EUROBATS

Publication Series
No

3

Europa sieht sich gezwungen, den Klimawandel und die Umweltverschmutzung zu bewältigen und nachhaltige Methoden für die Energiegewinnung zu finden. Vor diesem Hintergrund werden alternative Energiegewinnungsmethoden wie die Windenergie verstärkt gefördert. Die emissionsarme Gewinnung von Windenergie bietet zwar Vorteile für die Umwelt, bringt aber auch Probleme für verschiedene Tierarten wie etwa für Fledermäuse mit sich. Deshalb hat EUROBATS einen Leitfaden erstellt, der sich mit den potenziellen Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Fledermäuse sowie mit dem Bau und Betrieb solcher Anlagen unter Berücksichtigung der ökologischen Bedürfnisse von Fledermauspopulationen beschäftigt.

Das Ziel dieses Leitfadens ist es, Entwickler und Planer dafür zu sensibilisieren, beim Bau von Windenergieanlagen Fledermäuse, deren Quartiere, Wanderrouten und Nahrungsgebiete zu berücksichtigen. Er sollte auch von lokalen und nationalen Genehmigungsbehörden beachtet werden, denen es obliegt, Strategiepläne für erneuerbare Energien zu entwickeln.

Der Leitfaden kann außerdem eine nützliche Checkliste für lokale Behörden sein, wenn sie sicherstellen müssen, dass die mögliche Anwesenheit von Fledermäusen und die Auswirkungen von Windenergieanlagen auf diese Tiere bei Planungen berücksichtigt werden.



Leitfaden für die Berücksichtigung von Fledermäusen bei Windenergieprojekten

ISBN 978-92-95058-12-5
(gedruckte Version)

ISBN 978-92-95058-13-2
(elektronische Version)

Luísa Rodrigues • Lothar Bach • Marie-Jo Dubourg-Savage •

Jane Goodwin • Christine Harbusch



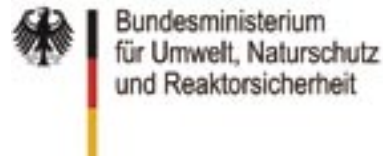
Rodrigues, L., L. Bach, M.-J. Dubourg-Savage, J. Goodwin & C. Harbusch (2008): Leitfaden für die Berücksichtigung von Fledermäusen bei Windenergieprojekten. EUROBATS Publication Series No. 3 (deutsche Fassung). UNEP/EUROBATS Sekretariat, Bonn, Deutschland, 57 S.

Herausgeber	UNEP/EUROBATS
Koordination	Christine Boye und Tine Meyer-Cords / EUROBATS Sekretariat
Deutsche Bearbeitung	Dr. Christine Harbusch, Christine Boye, Tine Meyer-Cords
Layout	Claudia Schmidt-Packmohr

© 2008 Abkommen zur Erhaltung der europäischen Fledermauspopulationen (UNEP/ EUROBATS). Diese Publikation darf im Ganzen oder teilweise für erzieherische oder nicht-kommerzielle Zwecke ohne spezielle Genehmigung des Herausgebers verwendet werden, sofern die Quelle kenntlich gemacht wird. UNEP/EUROBATS würde sich freuen, ein Exemplar jeder Veröffentlichung zu erhalten, in der diese Publikation zitiert wird.

Eine Verwendung der vorliegenden Veröffentlichung zum Weiterverkauf oder zu anderen kommerziellen Zwecken bedarf einer vorherigen schriftlichen Genehmigung durch UNEP/ EUROBATS.

Wir bedanken uns beim deutschen Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, ohne dessen finanzielle Unterstützung diese Publikation nicht möglich gewesen wäre.



Bezugsadresse:

UNEP/EUROBATS Sekretariat

United Nations Campus

Hermann-Ehlers-Str. 10

53113 Bonn, Germany

Tel (+49) 228 815 2421

Fax (+49) 228 815 2445

E-mail: eurobats@eurobats.org

Web: www.eurobats.org

ISBN 978-92-95058-12-5 (gedruckte Version)

ISBN 978-92-95058-13-2 (elektronische Version)

Titelfoto:

Windräder im Schwarzwald, Deutschland.

© H. Schauer-Weissshahn & R. Brinkmann

UNEP wirbt für umweltfreundliche Praktiken sowohl weltweit als auch in seinen eigenen Aktivitäten. Diese Publikation wurde auf chlorfreiem, pH-neutralem, 100% Recycling-Papier unter Anwendung umweltfreundlicher Drucktechniken gedruckt. Unsere Vertriebsgrundsätze haben zum Ziel, UNEP's CO₂-Ausstoß zu vermindern.



Inhalt

	Vorwort	5
1	Einleitung	6
2	Allgemeine Aspekte des Planungsprozesses	8
2.1	Standortwahl	9
2.2	Bauphase	9
2.3	Betriebsphase	9
2.4	Stilllegungsphase	11
3	Durchführung von Umweltverträglichkeitsstudien	11
3.1	Vorstudien	12
3.2	Untersuchungen	14
3.2.1	Untersuchungsdesign	14
3.2.2	Untersuchungsmethoden	14
3.2.2.1	Windenergieanlagen im Binnenland	14
3.2.2.2	Windenergieanlagen im Offshore-Bereich	16
3.2.3	Untersuchungsaufwand	16
3.2.4	Untersuchungstypen	16
3.2.4.1	Untersuchungen im Binnenland	16
3.2.4.2	Untersuchungen im Offshore-Bereich	18
3.2.5	Untersuchungsbericht und Bewertung	18
3.3	Repowering	19
4	Monitoring der Auswirkungen	20
4.1	Lebensraumverlust	20
4.2	Monitoring der Mortalität	21
4.2.1	Suche nach Schlagopfern	21
4.2.2	Schätzung der Mortalitätsrate	23
4.3	Wanderungen von Fledermäusen	24
4.4	Verhalten	25
5	Forschungsprioritäten	26
5.1	Entwicklung von Methoden	26
5.2	Mortalität und potenzielle Auswirkungen auf Fledermauspopulationen	28
5.3	Wanderungen von Fledermäusen	29
5.4	Kollisionen	31



5.5	Störungen, Barriereeffekte	32
5.6	Verminderungs- und/oder Vermeidungsmaßnahmen	34
6	Schlussfolgerung und weitere Arbeiten	35
7	Verwendete und weiterführende Literatur	36
	Glossar	42
	Danksagung	43
	Tabelle 1: Untersuchungen in Europa	44
	Tabelle 2: Verhalten von Fledermäusen in Bezug auf Windenergieanlagen	54
	Resolution 5.6: Windräder und Fledermauspopulationen	56

Vorwort

Bei der 4. Vertragsstaatenkonferenz von EUROBATS (Sofia, Bulgarien, 22.-24. September 2003) wurde die Resolution 4.7 verabschiedet, die den Beratenden Ausschuss beauftragt, die möglichen Einflüsse von Windenergieanlagen auf Fledermauspopulationen zu beurteilen und, falls notwendig, einen freiwilligen Leitfaden zu erstellen. Deshalb wurde während des 9. Treffens des Beratenden Ausschusses (Vilnius, Litauen, 17.-19. Mai 2004) eine Arbeitsgruppe zu diesem Thema gegründet.

Beim 10. Treffen des Beratenden Ausschusses (Bratislava, Slowakische Republik, 25.-27. April 2005) wurde es aufgrund des Berichtes der Arbeitsgruppe als notwendig erachtet, einen solchen Leitfaden zu entwickeln. Dieser sollte eine Einschätzung der potenziellen Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Fledermäuse und Ratschläge für den Bau solcher Anlagen in Übereinstimmung mit den ökologischen Bedürfnissen von Fledermauspopulationen geben. Die Arbeitsgruppe beschäftigte sich daraufhin weiter mit diesem Thema.

Der erarbeitete Leitfaden wurde schließlich während der 5. Vertragsstaatenkonferenz

(Ljubljana, Slovenien, 4.-6. September 2006) als Anhang zur Resolution 5.6 (siehe Seite 56) angenommen. Seitdem wurde er, wie in Punkt 7 der Resolution gefordert, überarbeitet, indem neue Ergebnisse aus aktuellen Veröffentlichungen einbezogen wurden.

Die Zusammensetzung der Arbeitsgruppe wechselte mit der Zeit. Seit ihrer Gründung und während der Erstellung dieses Leitfadens hatte die Arbeitsgruppe sieben ständige Mitglieder: Luísa Rodrigues (Leiterin; Portugal), Lothar Bach (Deutschland), Marie-Jo Dubourg-Savage (SFEPM, Frankreich), Christine Harbusch (NABU, Deutschland), Tony Hutson (IUCN), Teodora Ivanova (Bulgarien) und Lauri Lutsar (ELF, Estland). Laurent Biraschi (Luxemburg), Colin Catto (BCT, Vereinigtes Königreich), Jane Goodwin (Vereinigtes Königreich), Katie Parsons (BCT, Vereinigtes Königreich), Linda Smith (Vereinigtes Königreich) and Christine Rumble (Vereinigtes Königreich) nahmen ebenfalls an der Arbeitsgruppe teil. Zuletzt beteiligten sich außerdem Eeva-Maria Kyheröinen (Finnland), Kaja Lotman (Estland), Jean Smyth (Vereinigtes Königreich) und Per Ole Syvertsen (Norwegen).

1 Einleitung

Europa sieht sich gezwungen, den Klimawandel und die Umweltverschmutzung zu bewältigen und nachhaltige Methoden für die Energiegewinnung gemäß der Direktive 2001/77/EC des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 27. September 2001 über die Förderung von Elektrizität aus erneuerbaren Energien im innereuropäischen Strommarkt zu finden. Die Regierungen der europäischen Staaten sind sich auch dessen bewusst, dass der Klimawandel für das langfristige Überleben wandernder Tierarten reduziert werden muss. Manche Staaten haben sich verpflichtet, Strom aus erneuerbaren Energien zu beziehen. So hat zum Beispiel die Regierung des Vereinigten Königreichs beschlossen sicherzustellen, dass bis zum Jahre 2010/11 10% der Strommenge des Landes aus erneuerbaren Energien gewonnen werden, mit dem Bestreben, diese Menge bis 2020 zu verdoppeln¹.

Die Verpflichtung zur emissionsarmen Energiegewinnung führt zu einer starken Förderung alternativer Energiegewinnungsmethoden, z.B. durch Windkraft. Allerdings bringen Windenergieanlagen auch Probleme für verschiedene Tierarten mit sich. So können sie auf Fledermauspopulationen sowie auf deren Nahrung und Lebensräume negative Auswirkungen haben, zum Beispiel durch:

- Beschädigung, Störung oder Zerstörung von Nahrungshabitaten und Flugkorridoren;

- Beschädigung, Störung oder Zerstörung von Quartieren;
- erhöhtes Kollisionsrisiko für fliegende Fledermäuse;

• Desorientierung von fliegenden Fledermäusen durch Ultraschall-Störgeräusche. Die Problematik von Windenergieanlagen für Vögel wurde schon vor vielen Jahren beschrieben (REICHENBACH 2002, PHILLIPS 1994, WINKELMAN 1989); dabei wurden vor allem die negativen Auswirkungen durch Vogelschlag, aber auch die Störungen einiger Vogelarten durch Windparks während der Brut- und Wanderzeiten diskutiert. Seit den 1990er Jahren wurde, parallel zu den Diskussionen und Ergebnissen zu Vögeln, auch angenommen, dass Fledermausarten, die im offenen Luftraum fliegen, ähnlich betroffen sein könnten. Mitte der 90er Jahre betraf die Windenergie vor allem die Küstenregionen. Die Probleme über Fledermäuse und Windenergie wurden zum ersten Mal 1999 in zwei Publikationen diskutiert (BACH *et al.* 1999, RAHMEL *et al.* 1999 [Deutschland]). Zur selben Zeit veröffentlichten JOHNSON *et al.* (2000) in den Vereinigten Staaten Nachweise über Vogelschlag und zeigten, dass die Anzahl der unter Windenergieanlagen gefundenen toten Fledermäuse manchmal höher war als die Zahl der toten Vögel. Mittlerweile haben weitere Berichte die Funde von Kollisionen von Fledermäusen mit Windenergieanlagen bestätigt (z.B. AHLÉN 2002 [Schweden], ALCALDE 2003

[Spanien], DÜRR 2001, DÜRR & BACH 2004 und TRAPP *et al.* 2002 [Deutschland]). Siehe Tabelle 1 (Seite 44) für weitere Details. Insgesamt 20 Fledermausarten wurden bislang als Schlagopfer gefunden und 21 Arten werden als potenziell betroffen angesehen (siehe Tabelle 2 auf Seite 54 für weitere Einzelheiten).

Richtlinien für die Entwicklung von Windenergieanlagen wurden in einigen Ländern erstellt, aber es gibt nur wenige Beispiele, in denen Fledermäuse berücksichtigt wurden. Daraus ergab sich die Notwendigkeit, einen entsprechenden Leitfaden für das Gebiet des EUROBATS-Abkommens zu erstellen. Das Ziel dieses Leitfadens ist es, Entwickler und Planer dafür zu sensibilisieren, beim Bau von Windenergieanlagen Fledermäuse, deren Quartiere, Wanderrouten und Nahrungsgebiete zu berücksichtigen. Er sollte auch von lokalen und nationalen Genehmigungsbehörden beachtet werden, denen es obliegt, Strategiepläne für erneuerbare Energien zu entwickeln. Der vorliegende

Leitfaden kann außerdem eine nützliche Checkliste für lokale Behörden sein, wenn sie sicherstellen müssen, dass die mögliche Anwesenheit von Fledermäusen und die Auswirkungen von Windenergieanlagen auf diese Tiere bei Planungen berücksichtigt werden.

Die Vertragsstaaten des EUROBATS-Abkommens setzen sich für ein gemeinsames Ziel ein: den Schutz von Fledermäusen in ganz Europa. Fledermäuse werden durch die FFH-Richtlinie und die Berner Konvention geschützt. Die meisten Fledermausarten wechseln regelmäßig zwischen ihren Sommer- und Winterquartieren; manche Arten wandern sogar über Hunderte von Kilometern über regionale und nationale Grenzen hinweg. Bei Umweltverträglichkeitsprüfungen für Windenergieanlagen, die möglicherweise grenzüberschreitende Auswirkungen auf Fledermauspopulationen haben, sollte deshalb eine internationale Zusammenarbeit zwischen den Regierungen angestrebt werden.

¹ "Securing the Future – The UK Sustainable Development Strategy" HM Government, March 2005. Einzusehen unter http://www.sustainable-development.gov.uk/documents/publications/strategy/SecFut_complete.pdf

2 Allgemeine Aspekte des Planungsprozesses

Dieser Leitfaden ist auf Planungen im städtischen wie im ländlichen Raum anwendbar, die in ihrer Größe vom häuslichen bis zum kommerziellen Maßstab reichen, und kann auch für Windenergieanlagen im Offshore-Bereich eingesetzt werden. Die Auswirkungen des Einsatzes von kleinen Turbinen auf Privatgrundstücken auf Fledermausquartiere sollten ebenfalls beachtet werden.

Die Thematik des Klimawandels und die Rolle der erneuerbaren Energien für seine Bekämpfung rücken immer mehr in das öffentliche Interesse. Planungen werden normalerweise auf lokaler oder regionaler Ebene organisiert. Jede Lokalität oder Region hat ihre eigenen raumplanerischen Strategien, um ein breites Spektrum an Planungszielen zu bearbeiten, darin eingeschlossen die wirtschaftliche Entwicklung, Transport, Siedlung, Umwelt und Energie. Planungspolitik und -strategien bezüglich Windenergieanlagen müssen verschiedene Umweltfaktoren berücksichtigen. Sicherlich kann man annehmen, dass, abhängig von dem gewählten Standort, die Auswirkungen auf Fledermäuse sehr gering sein können. Auf jeden Fall sollten Genehmigungsbehörden aber dort, wo eine erhöhte Wahrscheinlichkeit besteht, dass Fledermäuse anwesend sind und durch die Anlagen beeinträchtigt werden können, ökologische Untersuchungen und Prüfungen zu geeigneten Zeiten und von geschultem Personal durchführen lassen.

Um unnötige Lebensbedrohungen für Fledermäuse auszuschließen, ist es dringend notwendig, dass mögliche Beein-

trächtigungen der Tiere im Rahmen der Entwicklungsplanung berücksichtigt werden. Außerdem müssen Verfahrensweisen und Praktiken dem Stand der bereits an bestehenden Windenergieanlagen gewonnenen Erfahrungen angepasst werden. Eine mögliche Verminderungsmaßnahme kann die Verpflichtung zum Abschalten der Turbinen während kritischer Zeiten im Jahresverlauf sein. So gibt es zum Beispiel Pläne für einige Windenergieanlagen in Deutschland, die während verschiedener Zeiträume zwischen August und Oktober den Betrieb einstellen werden. Die Anlagen werden entweder die ganze Nacht oder während der ersten Nachthälfte abgeschaltet, sowie während des Spätnachmittags Ende September / Anfang Oktober.

Die Planungsbehörden können den Bau und Betrieb von Windenergieanlagen durch Planungsbedingungen und/oder Planungsverpflichtungen regulieren. Diese können sich auf eine Reihe von Themen beziehen, unter anderem auf Größe, Beschaffenheit und Lokalität des Projektes. Bei der Planung von Windenergieanlagen und der Ausarbeitung von Bedingungen und Verpflichtungen sollten die Planer stets mögliche Effekte von Windenergieanlagen auf Fledermäuse beachten, wie Störungen, Zerschneidung von Flug- oder Wanderrouten, Lebensraumverlust oder -einschränkung und Kollision. Die Behörden sollten auch darauf bestehen, dass die Auswirkungen der in Betrieb genommenen Anlagen auf Fledermäuse weiter überwacht werden.

Die verschiedenen Phasen, die im Zusammenhang mit der Produktion von Windenergie durchlaufen werden, können mehr oder weniger große Auswirkungen auf Fledermäuse haben:

2.1 Standortwahl

Bausträger sollten beachten, dass Windenergieanlagen stets abseits von engen Wanderrouten der Fledermäuse, von konzentrierten Nahrungshabitaten, Reproduktions- und Quartierräumen angesiedelt werden. Um national und regional bedeutsame Quartiere können Pufferzonen eingerichtet werden. Für Fledermäuse wichtige Lebensräume wie Wälder, Feuchtgebiete und eine vernetzte Heckenlandschaft sowie Lebensraumbestandteile wie einzeln stehende Bäume, Wasserflächen oder Gewässerläufe sollten berücksichtigt werden. Ihre Anwesenheit wird die Wahrscheinlichkeit erhöhen, dass Fledermäuse in diesen Gebieten Nahrung suchen. Sehr offene Landschaften können von geringerer Bedeutung für die Nahrungssuche sein, jedoch können sie Flugstraßen oder Wanderkorridore darstellen. Informationen über Habitate und Orte, an denen Windenergieanlagen negative Auswirkungen haben könnten, helfen bei der Entscheidungsfindung.

Die Tabelle auf der folgenden Seite zeigt die wichtigsten Auswirkungen von Standort und Betrieb von Windenergieanlagen und deren Ausmaß auf lokale oder wandernde Fledermauspopulationen. Weitere Informationen sind zu finden in BACH & RAHMEL (2004).

2.2 Bauphase

Die Bauphase sollte für die Jahres-/Tageszeit geplant werden, in der Fledermäuse nicht aktiv sind. Dies erfordert Lokalkenntnisse über die in dem Gebiet vorhandene Fledermausfauna und Kenntnis über deren Jahreszyklus. Ein typisches Fledermausjahr umfasst eine Zeit, in der die Tiere aktiv sind (meist April bis Oktober) und eine Zeit, in der sie weniger aktiv oder im Winterschlaf sind (November bis März). Die genaue Zeit variiert je nach Art und geographischer Lage, aber auch von einem Jahr zum anderen, in Abhängigkeit von den Wetterverhältnissen. Das Verhalten einiger Arten spielt ebenfalls eine Rolle, da manche kältetoleranten Arten im Winter aktiver sind als andere Arten. Die Bauaktivitäten sollten in jedem Plan genau definiert werden, um sie auf die am wenigsten sensiblen Zeiträume zu begrenzen.

Auch Betriebswege und Betriebsgebäude sollten als potenzielle Quelle von Störungen oder Zerstörungen betrachtet werden. Ihr Bau sollte zu geeigneten Zeiten stattfinden, um die Auswirkungen von Lärm, Vibrationen, Licht und anderen möglichen Störungsquellen für die Fledermäuse zu minimieren.

2.3 Betriebsphase

In Abhängigkeit vom Standort und den möglichen Auswirkungen sollten Betriebszeitenbeschränkungen zu Zeiten größter Fledermausaktivität, so zum Beispiel während der herbstlichen Wanderzeit, in die Betriebsauflagen aufgenommen werden.

Standortbedingte Auswirkungen		
Auswirkung	Sommer	Während der Wanderung
Verlust von Jagdhabitaten während des Baus von Betriebswegen, Fundamenten usw.	Geringe bis mittlere Auswirkungen, abhängig vom Standort und den dort vorhandenen Fledermausarten.	Geringe Auswirkungen.
Verlust von Quartieren durch den Bau von Betriebswegen, Fundamenten usw.	Wahrscheinlich hohe oder sehr hohe Auswirkungen, abhängig vom Standort und den dort vorhandenen Fledermausarten.	Hohe oder sehr hohe Auswirkungen, z.B. durch den Verlust von Paarungsquartieren.
Betriebsbedingte Auswirkungen		
Auswirkung	Sommer	Während der Wanderung
Emission von Ultraschall.	Wahrscheinlich geringe Auswirkungen.	Wahrscheinlich geringe Auswirkungen.
Verlust von Jagdhabitaten wegen Meidung des Gebiets.	Mittlere bis hohe Auswirkungen.	Wahrscheinlich geringe Auswirkungen im Frühling, mittlere bis hohe Auswirkungen im Herbst und während der Überwinterungsperiode.
Verlust oder Verschiebung von Flugkorridoren.	Mittlere Auswirkungen.	Geringe Auswirkungen.
Kollision mit Rotoren.	Geringe bis hohe Auswirkungen, abhängig von den Arten.	Hohe bis sehr hohe Auswirkungen.

2.4 Stilllegungsphase

Planer können Bedingungen und Vereinbarungen in die Planungsgenehmigung aufnehmen, die sich auch auf die Stilllegungsphase ausdehnen. Windenergieanlagen können einfach und schnell stillgelegt werden. Der Abbau sollte in Zeiten stattfinden,

in denen Störungen für Fledermäuse und ihre Lebensräume minimal sind. Bei der Sanierung der Betriebsflächen sollten lokale Planungsbehörden die Notwendigkeit von verbessernden Maßnahmen für Fledermäuse und ihre Lebensräume in Betracht ziehen.

3 Durchführung von Umweltverträglichkeitsstudien

Verschiedene Untersuchungen haben bislang gezeigt, dass die meisten toten Fledermäuse im Spätsommer und Herbst gefunden werden (ALCALDE 2003, JOHNSON *et al.* 2003) und dass meistens wandernde Arten betroffen sind (AHLÉN 1997, AHLÉN 2002, JOHNSON *et al.* 2003, PETERSONS 1990). Fledermäuse aus Lokalpopulationen können jedoch ebenso betroffen sein (ARNETT 2005, BRINKMANN *et al.* 2006). Deshalb müssen Umweltverträglichkeitsstudien stets beide Perioden berücksichtigen: den Sommer und die Wanderzeit. Dies ist insbesondere von Bedeutung, da Windenergieanlagen nicht mehr nur ein Küstenphänomen sind: zum einen werden die modernen hocheffizienten Anlagen auch im Binnenland aufgestellt; zum anderen sind Fledermauswanderungen nicht auf Küstenregionen begrenzt. Windenergieanlagen werden bevorzugt auf Bergrücken aufgestellt, die eine höhere Windexposition aufweisen. Solche Standorte befinden sich oft an Waldrändern oder in Wäldern. Windkraftanlagen auf Bergrücken können dieselben Probleme bereiten wie solche im Flachland (Fledermausschlag, Unterbrechung von Wanderrouten oder Zerstörung von Jagdhabitaten). Wer-

den sie jedoch im Wald errichtet, können sich die negativen Effekte – vor allem für die lokalen Fledermauspopulationen – verstärken, da dann oft nicht nur Jagdgebiete, sondern auch Quartiere zerstört werden, wenn die Waldflächen für den Bau der Turbinen und Zufahrtsstraßen sowie für die Stromkabel gerodet werden. Zudem können solche Rodungen zur Schaffung neuer linearer Strukturen (Waldränder) führen, die die Fledermäuse möglicherweise dazu verleiten, in direkter Nähe der Windenergieanlage zu jagen. Dadurch erhöht sich das Mortalitätsrisiko, falls die Lichtung nicht groß genug ist. In solchen Fällen ist ein Mindestabstand von 200 m zwischen Windenergieanlage und Waldrand die einzige angebrachte Ausgleichsmaßnahme, wenn das Projekt nicht völlig verworfen wird.

Die Untersuchungsmethoden müssen sowohl den Sommer als auch die Frühjahrs- und Herbstwanderung betrachten, um alle Auswirkungen befriedigend zu vermeiden oder zu kompensieren. Es wird empfohlen, dass Planer (nach Beratung mit Fledermaus-Experten) alle potenziellen Auswirkungen auf Fledermäuse betrachten und bewerten, wenn sie Anträge über geplante Wind-

energieanlagen prüfen (z.B. AHLÉN 2002, BACH & RAHMEL 2004, BEHR & VON HELVERSEN 2005, BRINKMANN *et al.* 2006, DÜRR & BACH 2004, ENDL *et al.* 2005, HÖTKER *et al.* 2004, JOHNSON & STRICKLAND 2004).

Der folgende Abschnitt gibt Informationen zu Untersuchungen, die rechtlich nicht bindend sind. Bauträger werden gegebenenfalls formale Untersuchungen machen müssen, um die Ansprüche von Umweltverträglichkeitsprüfungen zu erfüllen. Wo es wahrscheinlich ist, dass gewisse Bauprojekte signifikante Umweltauswirkungen auf Fledermäuse haben können (z.B. Auswirkungen auf Quartiere, Flugwege, Nahrungshabitate und saisonale Wanderwege), wird eine Umweltverträglichkeitsprüfung notwendig sein, bevor die Genehmigungsbehörde die Entscheidung über eine Baugenehmigung treffen kann.

3.1 Vorstudien

Das Ziel der Vorstudie ist es aufzuzeigen, welche Fledermausarten und Landschaftselemente, die von Fledermäusen genutzt werden, in dem betroffenen Gebiet potenziell gefährdet sind. Diese Ergebnisse bilden die Grundlage für die Bewertung und Konfliktanalyse und geben in der Folge Hinweise für Vermeidung, Verminderung und Ausgleich der Eingriffe. In Kenntnis der Auswirkungen, die Windenergieanlagen auf Fledermäuse haben können, wird empfohlen, dass Vorstudien für alle neuen Anlagen im Binnenland und Offshore-Bereich durchgeführt werden. Die Vorstudie ist ein erster Schritt, um Hinweise auf mögliche Auswirkungen auf Fledermäuse zu sammeln, dem Bauträger in seiner Entscheidungsfindung zu helfen und zu zeigen, ob detaillierte Studien notwendig sind.



Windpark auf einem Bergrücken am Rande eines Rotbuchenwaldes (Aveyron, Frankreich), gebaut im Jahre 2002. Zu dieser Zeit war über die Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Fledermäuse noch nicht viel bekannt und keine Untersuchung zu Fledermäusen gemacht worden.

© M.-J. Dubourg-Savage

Folgendes sollte in die Vorstudie mit einbezogen werden:

a) Sammeln und Auswerten vorhandener Informationen

Verschiedene Informationsquellen sollten ausgewertet werden, um potenzielle Lebensräume für Fledermäuse und Auswirkungen der geplanten Windenergieanlage aufzuzeigen. Folgende sollten berücksichtigt werden:

- Luftbilder / Karten / Biotopkartierungen;
- Verbreitungskarten der Arten;
- Nachweise bekannter Quartiere und Fledermausbeobachtungen. Für Offshore-Anlagen sollten Nachweise von Ölplattformen, Leuchttürmen und andere Nachweise von der offenen See oder der Küstenregion einbezogen werden;
- vorhandene Kenntnisse über Vogelzugrouten, da sie auch Informationen über Fledermauswanderungen geben können;
- Daten über europäische Fledermauswanderungen.

Gegebenenfalls sollten auch Organisationen befragt werden, die selbst über Daten zur Fledermausfauna verfügen. Folgende Institutionen sollten einbezogen werden:

- lokale Fledermausschutzgruppen;
- Institutionen mit biologischen Datenbanken;
- Wildtier-Stiftungen;
- Naturschutzorganisationen;
- überregionale Fledermausschutzorganisationen;
- Naturhistorische Museen;
- universitäre Forschungseinrichtungen;
- Landesbehörden;
- Gutachter mit Lokalkenntnissen.

b) Bestimmen der Wahrscheinlichkeit von anwesenden Fledermäusen

Zusätzlich zu dieser Bürostudie wird empfohlen, eine Vorstudie im Gelände durchzuführen, um Landschaftselemente aufzuzeigen oder zu bestätigen, die potenziell von Fledermäusen genutzt werden könnten. Diese Vorstudie braucht eine breit gefächerte Vorgehensweise, um die möglichen Funktionen eines jeden Bestandteils des Untersuchungsgebietes aufzuzeigen, zum Beispiel als Quartier, Jagdhabitat oder Flugstraße. Hierbei sollten auch potenzielle Wanderrouten geprüft werden.

c) Aufzeigen potenzieller Auswirkungen

Die vorhandenen Informationen und die Geländestudie sollten benutzt werden, um darzustellen, ob Fledermäuse vorhanden sind, welche Landschaftselemente von ihnen genutzt werden (Quartier, Jagdhabitat, Flugstraße) und welche Einwirkungen wahrscheinlich sind oder potenziell eintreten können. Die möglichen Auswirkungen jeder geplanten Windenergieanlage sollten

betrachtet werden. Solche Auswirkungen können beispielsweise sein:

- Tod durch Kollision mit Rotorblättern;
- Störung oder Zerschneidung von Zugwegen;
- Störung oder Zerschneidung lokaler Flugstraßen;
- Störung oder Verlust von Jagdhabitaten;
- Störung oder Verlust von Quartieren; dies ist vor allem wahrscheinlich, wenn Windenergieanlagen in Wäldern oder in Nähe von Gebäuden entstehen.

d) Ermitteln des Untersuchungsrahmens und der wahrscheinlich benötigten Untersuchungen

Wenn die potenziellen Auswirkungen einer geplanten Windenergieanlage geprüft werden, sollten lokale Bewegungen von Fledermäusen zu und von den Jagdhabitaten, großräumige Wanderungen zwischen Sommer- und Winterquartieren sowie herbstliche Schwärmflüge beachtet werden.



*Ein Windpark im Schwarzwald in Deutschland. Lokale Populationen von Zwergfledermäusen (*Pipistrellus pipistrellus*) wurden von diesen Windenergieanlagen beeinträchtigt, aber auch wandernde Arten wie z.B. Kleine Abendsegler (*Nyctalus leisleri*).*

© H. Schauer-Weissahn & R. Brinkmann

Wanderrouen müssen sowohl über Land als auch vor der Küste betrachtet werden. Sie sollten besonders genau dort untersucht werden, wo Windenergieanlagen in der Nähe von besonderen Landschaftselementen wie Flusstälern, Bergrücken und -pässen sowie Küstenlinien geplant sind. Bei Anlagen im Offshore-Bereich sollte die Lage der Turbinen in Bezug auf Flugstraßen zwischen Festland und Inseln überprüft werden, insbesondere wenn es Nachweise von Fledermäusen auf diesen Inseln gibt. Für binnenländische Windenergieanlagen wird für die Vorstudie ein Untersuchungsradius der Fledermausaktivität von 10 km um die Anlagen vorgeschlagen.

3.2 Untersuchungen

3.2.1 Untersuchungsdesign

Das Untersuchungsdesign hängt von der geplanten Lage der Windenergieanlage ab. Die räumliche Abgrenzung der Untersuchungen sollte sowohl die Anzahl und Größe der Turbinen berücksichtigen als auch die potenzielle Nutzung des Raumes durch Fledermäuse und die daraus resultierenden Untersuchungszeiten.

Größere Rotorenblätter haben eine typische Rotationszone von 25 bis 180 m über dem Boden, deshalb muss die Untersuchungshöhe entsprechend angepasst werden. Solche Anlagen beeinträchtigen sehr wahrscheinlich hoch fliegende Arten, es wird jedoch empfohlen, alle Arten zu erfassen und zu bewerten.

In Anbetracht der potenziellen Auswirkungen auf Fledermäuse ist es unrealistisch, eine genaue und komplette Umweltverträglichkeitsprüfung eines Windparks machen zu wollen, ohne die mögliche Anwesenheit von Fledermäusen in einem Zeitrahmen

zu betrachten, der den vollen Aktivitätszyklus der Tiere umfasst. Je nach Art und geografischer Lage in Europa kann dieser Aktivitätszyklus von Mitte Februar bis Mitte Dezember reichen. Die Intensität der Untersuchungen über diesen Zeitraum kann verschieden sein, je nach Standort der geplanten Anlagen und der potenziellen Nutzung des Standortes.

Obwohl der Zeitrahmen der Untersuchungen stark von den Witterungsbedingungen abhängt, sollten sie nicht nur ein genaues Bild der Nutzung des Standortes zur Nahrungsaufnahme und zum Durchflugsgeschehen lokaler Fledermauspopulationen liefern, sondern auch großräumige Wanderungen von Fledermäusen aufzeigen. Folglich wird empfohlen, die Untersuchungsarbeiten besonders intensiv im Frühjahr und Herbst, also zur Zugzeit der Fledermäuse, durchzuführen. Die Zeitpunkte dieser Untersuchungen können sich beispielsweise an Aufzeichnungen darüber orientieren, wann Fledermäuse ihre Winterquartiere verlassen, Wochenstubengesellschaften sich auflösen oder Fledermäuse mit der Paarung und dem Schwärmen beginnen.

3.2.2 Untersuchungsmethoden

3.2.2.1 Windenergieanlagen im Binnenland

Untersuchungen an geplanten Anlagestandorten sollten immer die geeignetsten Methoden und Ausrüstungen für das jeweilige Habitat vorsehen, z.B. manuelle sowie automatisierte Detektorerfassungen als auch – wenn erforderlich – Telemetrie und Netzfänge (nur in Wäldern oder stark strukturierten Landschaften). Auf jeden Fall sollte die Höhe beachtet werden, in denen die

Untersuchungen eventuell durchzuführen sind. Diese sollte der Höhe der geplanten Windenergieanlage entsprechen; deshalb sollten automatisch gesteuerte Detektoren am Boden und/oder an Drachen oder Helium-Ballons eingesetzt werden, zusätzlich zu den am Boden durchgeführten manuell gesteuerten Detektorerfassungen. Im Untersuchungsgebiet vorhandene Strukturen wie Türme, Masten oder Leuchttürme können genutzt werden, um dort automatische Aufzeichnungsgeräte zu installieren.

Es wurde außerdem vorgeschlagen, dass zur Feststellung der Flughöhe von Fledermäusen auch Radar in Jagdhabitaten oder entlang von Flugstraßen und Wanderrouen eingesetzt werden könnte, in Kombination mit Detektoren in verschiedenen Höhen, Infrarot- und Wärmebildkameras; allerdings sind noch weitere Tests notwendig, um die Ergebnisse zu bestätigen und die Nützlichkeit dieser Ausrüstung zu beweisen. Radar ist keine eigene Methode, sondern muss mit konventionellen Methoden kombiniert werden.

Es wird empfohlen, dass die intensiven Aktivitätsuntersuchungen innerhalb eines Radius von 1 km um jede geplante Windenergieanlage während des gesamten Untersuchungszeitraums durchgeführt werden; die saisonalen Nutzungen von Quartieren sollten innerhalb eines Radius von 10 km untersucht werden. Um Hinweise auf Zugwege zu erhalten, sollten besonders im Frühjahr und Spätsommer/Frühherbst Untersuchungen innerhalb des 1 km Radius um die geplante Anlage durchgeführt werden, um eine mögliche Zunahme wandernder Arten zu ermitteln.

Windenergieanlagen sollten in der Regel weder in Waldgebieten noch innerhalb

eines Abstandes von 200 m zum Waldrand errichtet werden, da an solchen Standorten die Risiken für alle Fledermausarten hoch sind. In der Nähe von Wäldern ist die Höhe der Anlagen von besonderer Bedeutung. Vor allem sollte auch die Fledermausaktivität oberhalb der Baumkronen beachtet werden. Wärmebildkameras und Drachen/Ballons mit Detektoren erlauben (auch im Wald) Angaben über Flughöhen. Falls Radar sich als eine nützliche Methode erweist, ist er hier jedoch wahrscheinlich weniger effizient als im Offenland. Besondere Berücksichtigung sollten sowohl hoch fliegende Arten finden als auch solche, die unmittelbar über den Baumkronen jagen, z.B. *Nyctalus* sp., *Vespertilio murinus*, *Eptesicus* sp., *Myotis bechsteinii*, *Myotis nattereri*, *Myotis myotis*, *Pipistrellus* sp., *Hypsugo savii* und *Barbastella barbastellus*.



Die Platzierung von Windenergieanlagen in Wäldern ist für Fledermäuse sehr gefährlich und wird deshalb vom vorliegenden Leitfaden nicht befürwortet.

© H. Schauer-Weissshahn & R. Brinkmann

3.2.2.2 Windenergieanlagen im Offshore-Bereich

Windenergieanlagen im Offshore-Bereich sollten in derselben Art und Weise untersucht werden wie solche im Binnenland, aber es wird notwendig sein, diese von Booten, Leuchttürmen oder anderen Strukturen aus durchzuführen. Diese Untersuchungen sollten sich aber mehr auf Wanderrouen konzentrieren als auf Jagdhabitats. Sie sollten vor allem im Frühjahr (April/Mai) und im Herbst (August/September) durchgeführt werden, es sei denn, Funde von Fledermäusen auf nahe gelegenen Ölplattformen, Inseln usw. beweisen ihre Anwesenheit zu einer anderen Jahreszeit. Eine derzeit laufende Untersuchung in Schweden dürfte in Kürze mehr Informationen dazu liefern.

3.2.3 Untersuchungsaufwand

Abhängig von den geografischen Bedingungen und den Arten, die in einem Gebiet überwintern, werden der Anfangszeitpunkt und das Ende einer Untersuchung variieren, da der Winterschlaf in Südeuropa kürzer ist



Offshore-Windparks wie hier in Schweden können negative Auswirkungen auf Fledermäuse haben, wenn sie auf traditionellen Zugwegen errichtet werden.

© L. Bach

als in den nördlicheren Regionen des Kontinents. Untersuchungen können deshalb zwischen Mitte Februar und Ende November (oder sogar Mitte Dezember) stattfinden, aber der Aufwand ist unterschiedlich. Er sollte unter Beachtung lokaler Informationen auf den individuellen Standort und die potenziellen Auswirkungen zugeschnitten sein.

Verschiedene Stadien der Fledermausaktivität müssen untersucht werden (für genaue Daten siehe 3.2.4.1 d):

- (i) Wanderungen zu Zwischenquartieren nach der Überwinterung;
- (ii) Frühjahrswanderung;
- (iii) Aktivitäten lokaler Populationen, u.a. Kontrolle von Flugstraßen, Jagdgebieten usw., Konzentration auf hoch fliegende Arten;
- (iv) Auflösung der Wochenstubenkolonien, Beginn der Herbstwanderung;
- (v) Herbstwanderung, Paarungsquartiere und -territorien;
- (vi) Wanderungen zu Zwischenquartieren vor der Überwinterung (spät überwinternde Arten in Südeuropa).

3.2.4 Untersuchungstypen

3.2.4.1 Untersuchungen im Binnenland

a) Suche nach neuen Wochenstubenkolonien

Innerhalb eines Radius von beispielsweise 5 km, um die Stadien (iii) und (iv) (siehe oben) der Fledermausaktivität von Mai bis August einschätzen zu können.

b) Untersuchungen am Boden

- Untersuchungen mit dem Fledermausdetektor (manuell und automatisch vom Boden aus), geeignet für alle Stadien der Fledermausaktivitäten, um Folgendes zu bestimmen:

- einen Aktivitätsindex für jedes Habitat im Untersuchungsraum (1 km um den geplanten Windpark) und für jede einzelne geplante Anlage (Aktivitätsindex = Anzahl der Fledermauskontakte pro Stunde). Auch der prozentuale Anteil der „feeding buzzes“ sollte erfasst werden.
- möglichst die Arten oder zumindest die Artengruppen (siehe oben).
- Untersuchungen mit Infrarotkamera (oder, falls vorhanden, einer Wärmebildkamera).

c) Untersuchungen in der Höhe

- Automatische Untersuchungen mit einem Fledermausdetektor, installiert an einem Drachen oder Ballon, einer Wetterstation oder einer anderen geeigneten Struktur (zur Feststellung des Aktivitätsindex und der Artengruppen in allen Stadien des Aktivitätszyklus).
- Die Effektivität von Radar in Verbindung
 - mit automatischen Aufzeichnungen mittels Ultraschall-Mikrofonen, die in festgelegten Höhen an einer Ballon- oder Drachenleine angebracht sind (um eine Zuordnung der Flughöhe zu erhalten) und/oder
 - mit einer Infrarotkamera muss erst noch bewiesen werden.

d) Zeitliche Planung der Untersuchungen

In Abhängigkeit von den lokalen Gegebenheiten und der Anwesenheit von Arten mit einer sehr kurzen Überwinterungszeit sollten die Stadien (i) bis (vi) (vgl. Kap. 3.2.3) zu folgenden Zeiten untersucht werden:

- 15.02.–30.03.² (Stadium i): einmal die Woche, erste Nachthälfte, 2 Stunden, beginnend eine halbe Stunde vor der Abenddämmerung;
- 15.03.³–15.05. (Stadium ii): einmal die Woche, erste Nachthälfte, 4 Stunden, beginnend bei Sonnenuntergang, mit einer ganzen Nacht im Mai für Stadium iii;
- 01.06.–15.07. (Stadium iii): vier Mal, jeweils eine ganze Nacht;
- 01.–31.08. (Stadium iv): einmal die Woche, erste Nachthälfte, 4 Stunden, beginnend mit Sonnenuntergang, einschl. zweier ganzer Nächte;
- 01.09.–31.10. (Stadium v): einmal die Woche, erste Nachthälfte, 4 Stunden, beginnend mit Sonnenuntergang, mit zwei ganzen Nächten im September. In dieser Phase sollte man auch nach Paarungsquartieren und -territorien suchen. Auf dem europäischen Kontinent wurden Ende September und im Oktober schon viele *Nyctalus noctula* beobachtet, die nachmittags in einer Höhe von 5 bis 100 m jagten. Deshalb sollten die Untersuchungen in Gebieten, wo ein solches Verhalten zu erwarten ist, 3-4 Stunden vor Sonnenuntergang beginnen.
- 01.11.–15.12.² (Stadium vi): einmal die Woche (wenn die klimatischen Bedingungen angemessen sind), erste Nachthälfte, 2 Stunden, beginnend eine halbe Stunde vor Sonnenuntergang.

Die mit solchen Untersuchungen verbundenen Kosten sollten beachtet werden (z.B. beim Gebrauch von Wärmebildkameras, oder dem Mieten von Radar samt Techni-

² Bezieht sich hauptsächlich auf Südeuropa, für *Miniopterus schreibersii*, *Rhinolophus euryale* und *Myotis capaccinii*.

³ Wenn Stadium (i) in dem Gebiet irrelevant ist.



kern, Kosten für Helium für Ballons usw.). Die Standardisierung von Untersuchungen und das Monitoring nach dem Anlagenbau sind sehr wichtig, damit die Einwirkungen von Windenergieanlagen aus verschiedenen Ländern vergleichbar sind. Richtlinien zum Monitoring werden in Kapitel 4 dargestellt.

3.2.4.2 Untersuchungen im Offshore-Bereich

Untersuchungen über Fledermausaktivitäten an Offshore-Windenergieanlagen sind schwieriger durchzuführen, insbesondere da die Methoden noch nicht ausgereift sind. Die Erfahrungen und Ergebnisse aus dem Ostseeraum lassen vermuten, dass es möglich sein könnte, Beobachtungen von Land und auf See zu kombinieren. Die Untersuchungen sollten sich auf die Zeit der Wanderungen konzentrieren.

a) Untersuchungen von Land aus:

- An prägnanten Landmarken, von denen ausgehend Fledermäuse in Richtung der geplanten Windenergieanlagen abfliegen könnten;
- Untersuchungen mit dem Fledermausdetektor (manueller und automatischer Betrieb) vom Boden aus;
- Infrarot- oder Wärmebildkameras sofern verfügbar;
- automatische Detektorüberwachungen von einem Drachen, Leuchtturm oder anderen geeigneten Strukturen aus (um den Aktivitätsindex und Artengruppen zu ermitteln).

b) Untersuchungen auf offener See:

- Boot-Transekte im Gebiet der geplanten Windfarm (kann eventuell mit der Erfassung nachtaktiver Vögel kombiniert werden);

- wenn möglich mit Hilfe regelmäßig verkehrender Nachtfähren zwischen zwei Landspitzen, die als wichtig für den Fledermauszug gelten (z.B. Bornholm-Rügen in der Ostsee);
- Radar von einem Leuchtturm aus in Verbindung mit Boot-Transekten, um die Radarbestimmung von Fledermäusen zu überprüfen.

c) Zeitvorgaben für die Untersuchung:

Von Anfang April bis Mitte Mai und von Anfang August bis Mitte Oktober (je nach geografischer Lage) mindestens zwei Mal pro Woche.

3.2.5 Untersuchungsbericht und Bewertung

Da der Untersuchungsbericht meist für Personen bestimmt ist, die über keine oder wenige Kenntnisse der Ökologie und der Erforschung von Fledermäusen verfügen, sollte der Bericht folgende Punkte beinhalten:

- Die im geografischen Raum und im Verwaltungsgebiet vorkommenden Arten und ihr Status.
- Die angewandten Methoden und Materialien sowie eine Beurteilung ihrer Anwendbarkeit.
- Zeitliche Angaben zur Untersuchung und Wetterbedingungen.
- Die nachgewiesenen Arten und ihr beobachtetes Verhalten (Durchflug, Jagd, Schwärmen, Wanderung) sowie Datum und Uhrzeit der Beobachtung. Diese Ergebnisse können in Tabellen dargestellt werden, in denen die verschiedenen Stadien der Fledermausaktivitäten (Frühjahrswanderungen, Zeit der Geburten und Jungenaufzucht, Auflösung der Wochenstuben und Schwärmen, Herbstwande-

rungen) zum besseren Vergleich getrennt aufgeführt werden.

- Die unterschiedliche Aktivität zu verschiedenen Nachtphasen.
- Die unterschiedliche Aktivität in verschiedenen Höhenstufen, sofern ein Ballon (oder eine andere Technik) eingesetzt wurde. Es ist jedoch Vorsicht bei Vergleichen zwischen Ergebnissen der Bodenerfassung und der Höherfassung angebracht, wenn sie mit verschiedenen Detektortypen durchgeführt wurden (die Reichweite und die Genauigkeit der Detektoren variieren zwischen den Systemen und Herstellern).
- Die exakte Angabe jedes Kontakts auf Karten, getrennt nach Erfassungstyp (manuell gesteuerter Detektor, automatische Aufzeichnungsgeräte, vom Boden aus, in der Luft usw.).

Die Bewertung muss sowohl die lokale und regionale Situation zum Schutz und Erhalt der Fledermäuse berücksichtigen als auch die Funktion und Nutzung der beschriebenen Lebensräume sowie die verschiedenen Einflüsse durch Lage und Betrieb der Windenergieanlage auf die anwesenden oder potenziell vorkommenden Arten (insbesondere in offenen Agrarlandschaften).

Im Anschluss sollte eine Konfliktanalyse angefertigt werden, die alle Nutzungen des Standorts durch die nachgewiesenen Arten darstellt. Für jeden Standort einer Windenergieanlage müssen eine entsprechende Bewertung und Vorschläge zur Eingriffsminimierung gemacht werden. Die Abfolge der Maßnahmen sollte sein: Vermeidung – Verminderung – Kompensation.

Für weitere Details zum Bericht und zur Analyse siehe RAHMEL *et al.* (2004).

3.3 Repowering

Hier ist es notwendig, die Suche nach Schlagopfern unter bestehenden Windenergieanlagen mit einer Untersuchung der Fledermausaktivitäten zu kombinieren, die die Lage und Höhe der geplanten Anlagen berücksichtigt. Es werden die in Kap. 4 vorgestellten Überwachungsmethoden empfohlen, mit einer reduzierten Anzahl an Sommerbegehungen. Die Suche nach Schlagopfern wird bei der Beurteilung helfen, ob es an dem Standort ein Problem mit Kollisionen gibt.

Suche nach Schlagopfern:

- Suchradius wenn möglich entsprechend der Gesamthöhe der Windenergieanlage und in keinem Fall geringer als 50 m;
 - dieselben Methoden wie im Kapitel Monitoring;
 - Suche unter mindestens der Hälfte der vorhandenen Anlagen. Die Suche sollte alle zwei bis fünf Tage durchgeführt werden, kombiniert mit einer Detektorbegehung in der vorangegangenen Nacht.
- Für weitere Details zum Repowering und den damit verbundenen Problemen für Fledermäuse siehe auch HÖTKER (2006).

4 Monitoring der Auswirkungen

Die langfristige Überwachung von Windparks wird die Auswirkungen der Windenergieanlagen auf die verschiedenen Fledermausarten aufzeigen und helfen, die damit verbundenen Probleme zu verstehen. Bislang wurden nur einzelne Windparks untersucht, d.h. es wurden noch keine Studien über die kumulativen Auswirkungen von Windpark-Gruppen in demselben Gebiet angefertigt. Bei der Bewertung der Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Fledermäuse müssen standardisierte Methoden angewendet werden, um die Ergebnisse vergleichbar zu machen. Das Ziel des vorliegenden Leitfadens ist es, Methoden vorzuschlagen, die zu einer solchen Vergleichbarkeit führen, und Wege zu finden, die negativen Auswirkungen auf Fledermäuse zu verringern.

Der direkte Einfluss durch den Betrieb der Anlagen ist noch nicht vollständig geklärt, da in vielen Fällen der Grund für Kollisionen

nicht bekannt ist. Verschiedene Hypothesen dafür wurden bislang diskutiert, so z.B.:

- Luftturbulenzen;
- Unfähigkeit, die Gefahr zu erkennen (zu kurze Ruffolgen der Fledermäuse oder zu hohe Geschwindigkeit der kreisenden Rotorblätter);
- eine erhöhte Konzentration von Beuteinsekten um die Gondel, was die Fledermäuse veranlasst, dort zu jagen.

Ein Monitoring der Auswirkungen von Windparks auf Fledermäuse hat erst dann wissenschaftlichen Wert, wenn es den ursprünglichen Populationsstatus vor Beginn des Anlagenbaus berücksichtigt. Eine Untersuchung der Fledermausvorkommen vor und nach dem Bau ist deshalb notwendig.

Um zu vermeiden, dass jede Änderung im Aktivitätsmuster der Fledermäuse, die auch durch jährliche Unterschiede veranlasst sein kann, den Windparks zugeschrieben wird, sollte auch eine Testzone in der Nähe des Windparks mit ähnlichen Umwelteigenschaften (gleiche Habitattypen und Vegetationshöhen) untersucht werden. In dieser Referenzzone sollte während des Monitorings keine Windenergieanlage gebaut werden.

Ein umfassendes Monitoringprogramm sollte mindestens vier Untersuchungsthemen beinhalten, die in den folgenden Kapiteln vorgestellt werden: Lebensraumverlust, Mortalität, Wanderung und Verhalten.

4.1 Lebensraumverlust

Um festzustellen, ob ein Windpark zu Lebensraumverlusten für Fledermäuse führt, ist es notwendig zu wissen:

a) 1. Untersuchungsjahr: Welche Arten sind in dem Gebiet vor dem Anlagenbau vorhanden und welche jagen am Standort oder ziehen während der Wanderungen durch. Ein Referenzgebiet (siehe oben) sollte ebenfalls untersucht werden.

- Überprüfung der bekannten Quartiere (falls die Anlage jedoch bereits ohne vorherige Fledermausuntersuchung gebaut wurde, sollten Quartiere in einem Radius von 10 km erfasst werden);
- Untersuchung der Habitatnutzung (mit Fledermaus-Detektoren am Boden und in verschiedenen Höhen, optional Einsatz von Infrarotkameras).

b) 2. Untersuchungsjahr: Welche Arten sind während des Baus nicht wieder erschienen (Überprüfung der Auswirkungen auf Lebensräume und der Störungen durch den Bau).

- Überwachung der Quartiere;
- Weiterführung der Untersuchungen zur Lebensraumnutzung.

c) 3. bis 5. Untersuchungsjahr: Während des Betriebs der Anlagen wird eine Prüfung der Auswirkungen auf lokale Arten (Anlockeffekte, Änderungen im Verhalten, Mortalität) sowie auf wandernde Arten (Verhalten und Mortalität) durchgeführt: mindestens über drei Jahre und je nach Ergebnis weitere drei Jahre, falls dies für eine neue Analyse notwendig ist.

Dabei wird mit Hilfe von Fledermaus-Detektoren untersucht, welche Arten nach wie vor im Umfeld des Windparks vorkommen, ob es einen sichtbaren Rückgang des Aktivitätsindex gibt und eine Veränderung im Verhalten im Vergleich zu den Ergebnissen des ersten Untersuchungsjahres (BACH 2002).

- Überwachung mit dem Fledermaus-Detektor vom Boden aus (automatisch und manuell) und in verschiedenen Höhenstufen (Ballons/Zeppelin/Drachen/Radar);
- Sichtbeobachtungen am späten Nachmittag und Infrarotkameras zur Einschätzung des Verhaltens und der Wanderungen;
- Überwachung der Fledermausmortalität (siehe Kap. 4.2).

4.2 Monitoring der Mortalität

Die Anzahl der Schlagopfer variiert signifikant je nach Standort des Windparks und den dort vorkommenden Arten. Die Zahl der Totfunde wird beeinflusst durch Prädation sowie durch Effizienz der Kartierer (abhängig auch vom Bodenbewuchs unter den Anlagen). Deshalb muss das Monitoring aus zwei Schritten bestehen:

4.2.1 Suche nach Schlagopfern

a) Größe der abzusuchenden Fläche

Idealerweise wird ein Radius entsprechend der Gesamthöhe der Windenergieanlage abgesucht, da Fledermauskörper durch hohe Windgeschwindigkeiten weit abdriften können (GRÜNKORN *et al.* 2005). Da in den meisten Fällen diese Fläche wegen der hohen Bodenvegetation oder anderer natürlicher Hindernisse nicht gründlich abgesucht werden kann, wird empfohlen, eine kleinere Fläche zu kontrollieren, die das ganze Jahr über vegetationsfrei gehalten wird oder nur mit kurzer Vegetation bewachsen ist. Der Suchradius sollte jedoch nicht geringer als 50 m sein.

Die abzusuchende Fläche (Quadrate sind Kreisen vorzuziehen) wird mit vier Eckpfosten markiert und zwei gegenüberliegende Seiten werden mit weiteren Pfosten markiert, die Abstände von 5 oder 10 m darstellen. Die Transekte, die von einem Pfosten



Windpark in Norddeutschland. Jagdhabitats von Breitflügelfledermäusen (*Eptesicus serotinus*) und Zwergfledermäusen (*Pipistrellus pipistrellus*) findet man in dieser strukturierten Landschaft regelmäßig. Um Schlagopfer zu vermeiden, sollte ein Mindestabstand von 200 m zu solchen Vegetationsstrukturen eingehalten werden.

© L. Bach



Windpark Puschwitz in Sachsen, Deutschland. 10 Windenergieanlagen stehen in einer hügeligen Landschaft mit sehr strukturreichen Lebensräumen, in denen sich viele Wasserläufe befinden. Zwischen 2002 und 2006 wurden unter den Windrädern insgesamt 76 tote Fledermäuse gefunden, darunter hauptsächlich Abendsegler (*Nyctalus noctula*), Rauhhautfledermäuse (*Pipistrellus nathusii*), Zwergfledermäuse (*Pipistrellus pipistrellus*) und Zweifarbfledermäuse (*Vespertilio murinus*).
© M. Lein

ten zum anderen gelaufen werden, können somit einen 2,5 bzw. 5 m breiten Bereich zu jeder Seite abdecken.

Wenn aus einem bestimmten Grund nicht die gesamte Fläche vollständig abgesucht werden kann, so sollte der Prozentsatz der abgesuchten Fläche für jede Anlage bestimmt werden.

b) Anzahl der abgesuchten Windenergieanlagen

Wenn möglich sollte jede Anlage des Windparks abgesucht werden. Im Falle von sehr ausgedehnten Windparks sollten auf jeden Fall alle Anlagen in der Nähe von Landschaftselementen überprüft werden sowie einige zusätzliche nach zufälliger Auswahl. Deren Anzahl hängt von der Größe des Windparks und seinem Standort ab.

c) Zeitlicher Abstand zwischen den Begehungen

Je kürzer der zeitliche Abstand zwischen den Begehungen ist, desto höher wird die Anzahl der gefundenen Schlagopfer sein und umso geringer der Einfluss von Beutegreifern. Eine tägliche Nachsuche wird für kleine Windparks empfohlen, ein maximales Zeitintervall von 5 Tagen für größere Anlagen (für Vergleiche von Ergebnissen bei unterschiedlichen Zeitintervallen siehe ARNETT 2005).

d) Zeitplan für das Monitoring

Das Monitoring von Schlagopfern sollte direkt, nachdem die Fledermäuse aus ihrem Winterschlaf erwachen, beginnen und solange andauern, bis sie ihre Winterquartiere wieder aufsuchen. Der Zeitplan wird in Abhängigkeit von den geografischen und meteorologischen Bedingungen variieren. So wird zum Beispiel das Monitoring in Südeuropa bereits Mitte Februar beginnen und bis Mitte Dezember dauern. Da die höchsten Zahlen an Schlagopfern während der Wanderperioden auftreten, muss der Untersuchungsaufwand im Frühjahr und Herbst höher sein:

- 15. Februar – 31. März: 1 Kontrolle pro Woche oder weniger;
- 1. April – 15. Mai: 1 Kontrolle alle 2 oder 3 Tage;
- 16. Mai – 31. Juli: 1 Kontrolle pro Woche;
- 1. August – 15. Oktober: 1 Kontrolle alle 2 oder 3 Tage;
- 16. Oktober – 15. Dezember: 1 Kontrolle pro Woche oder weniger.

e) Suchmethoden

Die suchende Person sollte jedes Transekt mit langsamen und regelmäßigen Schrit-

ten abgehen und beiderseits der Linie nach Schlagopfern suchen. Die Suche sollte eine Stunde nach Sonnenaufgang starten, wenn die Lichtverhältnisse es erlauben, tote Fledermäuse zu erkennen.

Der Bearbeiter sollte die Position des Schlagopfers notieren (GPS-Koordinaten, auf welcher Seite der Anlage, Abstand zum Mast), dessen Zustand (frisch, einige Tage alt, verwest, Überreste usw.) mit der Art der Wunde, die Vegetationshöhe am Fundort usw.

Außerdem sollten auch die Wetterbedingungen zwischen den Kontrollen (Temperatur, Windstärke und -richtung, Gewitter) und die Mondphasen aufgezeichnet werden.

Eine Diskussion der Suchmethoden bei der Schlagopfersuche wurde von NIEMANN *et al.* (2007) veröffentlicht.

4.2.2 Schätzung der Mortalitätsrate

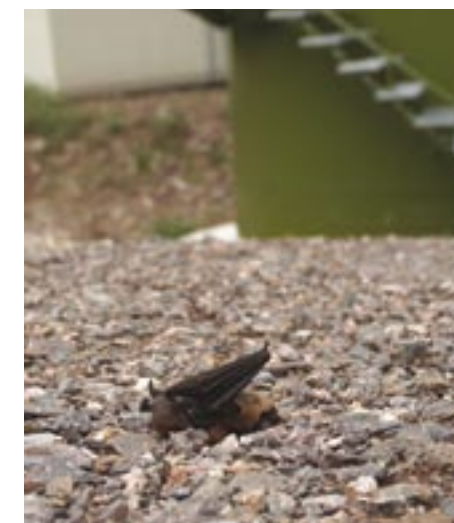
Um die Mortalitätsrate an dem untersuchten Windpark einschätzen zu können, muss eine statistische Analyse durchgeführt werden. Diese Analyse muss auch alle Methodenfehler beachten (Entnahme von Kadavern durch Aasfresser oder Beutegreifer, Sucheeffizienz der Bearbeiter).

a) Versuche zur Überprüfung des Prädationseinflusses

Um den Einfluss von Aasfressern und Beutegreifern einschätzen zu können, müssen mindestens vier Mal pro Jahr Versuche durchgeführt werden, um die verschiedenen Vegetationshöhen auf der Suchfläche zu berücksichtigen. Fledermausfleisch ist wahrscheinlich weniger anziehend für karnivore Beutegreifer als Vogelfleisch. Deshalb sollten, wenn vorhanden, bevorzugt gefrorene (vor der Verwendung aufgetaute)

Fledermauskadaver benutzt werden. Meistens werden jedoch die Probeläufe mit kleinen Singvögeln oder (bevorzugt dunklen) Eintagsküken durchgeführt.

Jeder Versuchsdurchlauf sollte zehn aufeinander folgende Tage dauern, um zu bestimmen, wie lange der Kadaver vor Ort verbleibt, bevor er gefressen, verschleppt oder durch Säugetiere, Vögel oder Insekten vergraben wird.



Tote Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*), getroffen von einem Windrad in einer bewaldeten Gegend in Deutschland.
© H. Schauer-Weisshahn & R. Brinkmann

b) Versuche zur Sucheeffizienz des Bearbeiters

• Klassifizierung der Bodenvegetation:
Da die Sucheeffizienz von der Bodenbedeckung abhängt (Höhe der Vegetation, sichtbehindernder Habitattyp, Jahreszeit), ist es wichtig, Feststellbarkeitsklassen für die Schlagopfer zu bestimmen. Diese kombinieren die Höhe und das prozentuale Ausmaß von Bodenbedeckung und Habitatmerkmalen (Vegetationstyp, Hin-

denisse auf dem Boden, Hangneigung) – weitere Details siehe z.B. „Habitat Mapping“ S. 26 + 28 in ARNETT 2005 oder BRINKMANN *et al.* 2006. Diese Klassifizierung ist wichtig für die statistischen Analysen.

- **Versuchsanordnung:**

Die Nachsucheffizienz sollte bei verschiedenen Vegetationshöhen (4 Mal pro Jahr) getestet werden. Fledermauskadaver sollten zufällig im Suchgebiet um mehrere Windenergieanlagen verteilt und die Koordinaten eines jeden Kadavers notiert werden (wie auch die Richtung und Distanz zum Mast und die Vegetationshöhe). Der Bearbeiter sollte dann wie bei einer normalen Nachsuche vorgehen.

- **Der Einsatz von trainierten Hunden:**

Ein zur Fledermaussuche ausgebildeter Hund kann ebenfalls für die Nachsuche eingesetzt werden, jedoch sollte seine Effizienz wie oben beschrieben getestet werden. Ein Vorstehhund ist einem Apportierhund zu bevorzugen, damit der

Hundeführer den genauen Ort des Schlagopfers aufzeichnen kann.

4.3 Wanderungen von Fledermäusen

Breite Flusstäler werden meistens von mehreren Arten als Wanderkorridore genutzt. Bei Windparks in solchen Tälern oder auf nahe gelegenen Hochebenen und Bergrücken müssen wandernde Arten besonders beachtet werden. Dasselbe gilt für Küstenlinien.

Die Erfassungen sollten am Nachmittag mit Sichtbeobachtungen beginnen (unter besonderer Beachtung der *Nyctalus*-Arten) und während der ganzen Nacht mit Fledermaus-Detektoren fortgeführt werden (Zeitdehner- oder Frequenzteiler-Detektoren am Boden, kombiniert mit automatischen Zeitdehner-, Frequenzteiler- und Frequenzmischer-Aufnahmen auf verschiedenen Höhenstufen).

Bei der Untersuchung wandernder Arten muss auf Fledermäuse geachtet werden, die in Höhen durchziehen, die sich außerhalb der Reichweite des Detektors am Boden befinden. Deren Erfassung kann nur mit Ballons, Radar und/oder Infrarotkameras (bevorzugt Wärmebildkameras) ermöglicht werden. Jedoch können die Kosten für Radar und Kameras deren Einsatz auf große Windparks, problematische Standorte oder Grundlagenforschung reduzieren.

Ein Heliumballon (Zeppelintyp) mit automatischer Ultraschallaufzeichnung (über Horchboxen) wurde in Frankreich durch das Naturhistorische Museum in Bourges getestet und erfolgreich in Frankreich (SÄTTLER & BONTADINA 2006) und in Belgien eingesetzt. Diese Ausrüstung zeigte, dass die Fledermausaktivität in mittleren Höhen unterschiedlich zu der am Boden ist. Der Vergleich der Aktivitätsindices zu verschie-

denen Nachtstunden kann einen plötzlichen Anstieg der Kontakte aufzeigen, was ein Hinweis auf Wanderungen sein kann.

4.4 Verhalten

Mit Ausnahme der Dämmerungszeiten, wenn Sichtbeobachtungen möglich sind, können Untersuchungen zum Verhalten der Fledermäuse nur mit teuren Technologien durchgeführt werden, so z.B. mit Infrarotkameras, Wärmebildkameras oder mit leistungsstarker Beleuchtung. Wegen dieser Kosten ist der Einsatz solcher Ausrüstung begrenzt auf problematische Standorte oder auf Grundlagenforschung. Jedoch kann man schon mit einem handgesteuerten Detektor Hinweise auf Fledermausverhalten erhalten, zumindest um Jagd und Überflug zu unterscheiden.



*Der französische Windpark in Bouin (Vendée, Frankreich) an der Atlantikküste, wo regelmäßig wandernde Fledermäuse tot unter den Windrädern gefunden werden. Die betroffenen Arten sind vor allem Rauhhautfledermäuse (*Pipistrellus nathusii*), Abendsegler (*Nyctalus noctula*) und Zwergfledermäuse (*Pipistrellus pipistrellus*).
© F. Signoret/LPO*



*Eine Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*), die mit zertrümmertem Schädel tot unter einem Windrad gefunden wurde (Deutschland). Arten, von denen man weiß, dass sie in geringen Höhen fliegen, werden ebenfalls als Unfallopfer unter den Windrädern gefunden.*

© H. Schauer-Weissahn & R. Brinkmann



5 Forschungsprioritäten

Unsere Kenntnisse über den Einfluss von einzelnen Windenergieanlagen und von Windparks auf die Umwelt und speziell auf Fledermäuse sind zurzeit noch begrenzt und weitere Forschung ist dringend notwendig. Untersuchungen haben bislang den großen Einfluss bestätigt, den Windparks auf Fledermäuse durch Kollisionen und Lebensraumverluste haben können. Weitere Forschungsprojekte sind notwendig, um unser Verständnis des Einflusses von Windparks auf Fledermäuse sowohl auf individueller als auch auf Populations-ebene zu vergrößern. Verglichen mit Vögeln sind die allgemeinen Kenntnisse über die Biologie der Fledermäuse relativ selektiv, und über die Wanderwege durch Europa ist wenig bekannt. Diese Informationen sind jedoch der Schlüssel zur Einschätzung der Risiken bei der Planung neuer Windparkprojekte. Weiterhin sollten Forschungsprojekte die Risiken bestehender Windparks auf Fledermäuse untersuchen. Es ist dringend notwendig, Lösungen zur Minimierung der Auswirkungen zu finden, die dann auch bei der Planung zukünftiger Windparks angewendet werden können.

Verschiedene aktuelle europäische und amerikanische Studien haben Forschungsbedarf aufgezeigt, der sich in sechs Kategorien aufteilt:

- Entwicklung von Methoden;
- Mortalität und deren potenzielle Auswirkungen auf Fledermauspopulationen;
- Wanderungen von Fledermäusen;
- Kollisionen;
- Störungen, Barriereeffekte;
- Verminderungs- und/oder Vermeidungsmaßnahmen.

Im folgenden Abschnitt (5.1 bis 5.6) werden der Forschungsbedarf (Prioritäten werden kursiv dargestellt) und mögliche Untersuchungsmethoden vorgestellt.

5.1 Entwicklung von Methoden

Neue Methoden zur Beobachtung und Messung an existierenden und betriebenen Windparks müssen entwickelt werden für:

- Fledermauswanderungen;
- Fledermäuse in größeren Höhen;
- Verbreitung der Arten im Allgemeinen (Vorstudie).

Forschungsbedarf	Mögliche Methoden
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Weitere Entwicklung und Erprobung bestehender Methoden (wie etwa von ARNETT 2005, GRÜNKORN et al. 2005, TRAXLER et al. 2004 zur Untersuchung der Mortalität durch Kollisionen) als auch neuer Techniken zur Bewertung des Einflusses von Wind-</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Technik wie von ARNETT (2005) genutzt (um transkontinentale Vergleichbarkeit zu erhalten); • Entwicklung eines statistisch robusten Modells zu Bestimmung der Kollisionsmortalität, das universell anwendbar ist und Vergleiche ermöglicht.

<p><i>parks, z.B. wie Kollisionsraten oder langfristige Effekte wie die mögliche Reduzierung der biologischen Fitness von Tieren aufgrund des Verlusts von Jagdgebieten überwacht werden können.</i></p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung angemessener Erfassungsmethoden für Fledermausaktivitäten in verschiedenen Höhen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Wärmebildkamera; • Radar; • Detektor-/Multi-Mikrofon-Anordnungen; • Aufzeichnungssysteme für Fledermausaktivitäten; • am Boden und in großer Höhe.
<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung und Erprobung von Methoden zur Erforschung von Fledermausaktivitäten und Kollisionsraten an Offshore-Windparks. 	<ul style="list-style-type: none"> • Radar; • Bootsfahrten; • automatische Horchboxen.
<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung und Erprobung von Methoden zur Erforschung von Fledermauswanderungen über Land und offener See. 	<ul style="list-style-type: none"> • Telemetrie; • Radar; • Beringung⁴; • weiträumige, mehrmalige und synchronisierte Detektorerfassungen.
<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung und Erprobung von Methodenmodellen zur Erstellung geografisch und ökologisch relevanter Verbreitungskarten von Fledermausarten. Diese heben die wichtigsten Jagdhabitats innerhalb eines größeren geografischen Raumes in abnehmender Reihenfolge (wichtigste bis weniger wichtige) hervor (z.B. JABERG & GUIBAN 2001). 	<ul style="list-style-type: none"> • GIS und Habitat-Eignungsmodelle, z.B. ENFA (Ecological Niche Factor Analysis = Analyse der ökologischen Nischenfaktoren).

⁴ Siehe auch EUROBATS Resolutionen Nr. 4.6 und 5.5: Guidelines for the Issue of Permits for the Capture and Study of Captured Wild Bats.

5.2 Mortalität und potenzielle Auswirkungen auf Fledermauspopulationen

Weitere Informationen werden zu folgenden Fragen benötigt:

- ob Fledermausmortalität an allen Windenergieanlagen vorkommt oder ob es Unterschiede zwischen den Standorten gibt;
- welche Faktoren der Fledermausökologie und des Verhaltens sowie welche Merkmale

- male von Windparks und einzelnen Windenergieanlagen die Mortalität beeinflussen;
- ob es möglich ist, Informationen über Landschaftsmerkmale zu nutzen, um Probleme zu vermeiden oder zu vermindern;
- ob die Mortalität Auswirkungen auf Populationsniveau hat.

Forschungsbedarf	Mögliche Methoden
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Potenzielle Auswirkungen der Kollisionsmortalität auf Populationsniveau (die bislang völlig unbekannt sind).</i>⁵ 	<ul style="list-style-type: none"> • Systematische Studien zur Kollisionsmortalität während der ganzen Saison (Methoden nach ARNETT 2005, BRINKMANN <i>et al.</i> 2006, GRÜNKORN <i>et al.</i> 2005); • genetische Studien; • Populationsstudien; • Populationsmodelle.
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Die Erforschung der Kollisionsraten bei Fledermäusen pro Jahr und je nach Art in Bezug auf verschiedene Standorte von Windparks sollte prioritär behandelt werden. Es sind dringend systematische Studien zur Fledermausmortalität in großen Windparks, die in verschiedenen Risikozonen errichtet sind, notwendig, d.h. auf Wanderwegen, in Wäldern oder in Gebieten mit einer hohen Dichte an linearen Landschaftselementen (Hecken).</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Systematische Untersuchungen zur Kollisionsmortalität während der ganzen Saison (Methoden nach ARNETT 2005, GRÜNKORN <i>et al.</i> 2005).

⁵ Der Einfluss auf Populationsniveau ist nicht nur in Bezug auf den Fledermausschlag an Windenergieanlagen unbekannt, sondern auch hinsichtlich der Mortalität durch Kollisionen mit Verkehrsmitteln oder durch reduzierte Reproduktion wegen Störungen der Quartiere usw. aufgrund anderer Bauvorhaben → Diese Art der Forschung sollte im weiteren Sinne angegangen werden.

<ul style="list-style-type: none"> • Zu welchen Zeiten im Jahr gibt es Kollisionen? Verschiedene Untersuchungen in den USA zeigen, dass sich Kollisionen im Spätsommer/ Frühlherbst häufen. Daten aus Europa scheinen dies zu bestätigen, allerdings haben sich mehrere aktuelle Studien auf genau diese Zeit konzentriert, so dass statistische Daten über die gesamte jahreszeitliche Verteilung an mehreren verschiedenen Standorten nicht verfügbar sind. 	<ul style="list-style-type: none"> • Systematische Untersuchungen zur Kollisionsmortalität während der ganzen Saison (Methoden nach ARNETT 2005, GRÜNKORN <i>et al.</i> 2005).
<ul style="list-style-type: none"> • Es liegen keinerlei quantitative Daten über die kumulativen Effekte von Binnenland- und Offshore-Windparks auf wandernde Fledermausarten vor. 	



Ein Windpark im Rhônedelta (Camargue, Südfrankreich). 21 Windräder wurden 2005 auf einen Deich gebaut. 2006 wurden 12 tote Fledermäuse gefunden, darunter Langflügel-Fledermäuse (*Miniopterus schreibersii*). Die Baugenehmigung wurde zu einer Zeit erteilt, als kein Fledermaus-Gutachten für eine Verträglichkeitsstudie nötig war, obwohl dieses Feuchtgebiet (Ramsar-Schutzgebiet) ein Hotspot für überwinternde Vögel und wandernde bzw. jagende Fledermäuse ist.
© E. Cosson

5.3 Wanderungen von Fledermäusen

Es sind weitere Informationen notwendig:

- wo und wann saisonale Wanderungen stattfinden;
- ob Flugwege / Wanderkorridore existieren und ob sie erkennbar sind;
- wenn dem so ist, wie ihre Verbindung

- zur Landschaft im größeren und kleineren Maßstab ist;
- ob es möglich ist, Informationen über Stoßzeiten der Wanderaktivität und Flugwege in der Landschaft zu nutzen, um Probleme zu vermeiden.



Forschungsbedarf	Methoden
<ul style="list-style-type: none"> • Ermittlung von Wanderrouten/-korridoren und Trittsteinen. Es gibt mehrere Untersuchungen zu Fledermauswanderungen in verschiedenen, einzeln betrachteten Regionen Europas, eine kontinuierliche Karte der Wanderrouten und Trittsteine ist jedoch nicht verfügbar. Wenngleich auch einige Untersuchungen und unsystematische Beobachtungen belegen, dass Fledermäuse das offene Meer wie z.B. die Nord- und Ostsee überqueren (AHLÉN 1997, AHLÉN et al. 2002, 2007, RUSS et al. 2001, 2003, WALTER et al. 2004, HÜPPOP, pers. Mitt.), so fehlen doch spezifische Informationen zu den exakten Zugwegen über der offenen See. • Sind Landschaftsstrukturen (Flusstäler, Küstenlinien, Täler zwischen Berg Rücken usw.) Leitlinien für Wanderungen? • Es ist notwendig, jede Information über Trittsteine, z.B. Wälder im Frühjahr und Herbst für <i>N. noctula</i> und <i>P. nathusii</i>, zu prüfen und die Wichtigkeit solcher Trittsteine zu verstehen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fledermaus-Beringungsprojekte entlang von Wanderrouten; • Fang mit Japannetzen entlang von Wanderrouten; • internationale genetische Studien (siehe PETIT & MAYER 2000); • Telemetrie; • Untersuchungen mit Radar; • Detektorerfassungen an ausgewählten Punkten der Zugwege.
<ul style="list-style-type: none"> • Es ist nicht bekannt, unter welchen Wetterbedingungen Wanderungen im Binnenland / an der Küste und über der offenen See stattfinden. Im Allgemeinen werden Wind (und Sichtverhältnisse) das Verhalten und die Wanderrouten beeinflussen. Es gibt nur wenige Beispiele für die Wetterbedingungen, unter denen Fledermäuse wandern können. ARNETT (2005) und BEHR & VON HELVERSE (2005) beschreiben eine Hauptaktivität bei Windgeschwindigkeiten < 6 m/s. Aber viele Kollisionen finden bei Geschwindigkeiten > 6 m/s statt. In Anbetracht der Morphologie 	<ul style="list-style-type: none"> • Detektorerfassungen vom Boden aus, von Türmen, Windenergieanlagen, Ballons usw.; • Untersuchungen mit Wärmebildkameras; • Radar; • physiologische und Verhaltensstudien.

<p><i>von Nyctalus und Miniopterus ist es wahrscheinlich, dass sie in der Lage sind, auch bei höheren Windgeschwindigkeiten zu wandern. Weitere Daten über Fledermauswanderungen werden benötigt, so z.B. standort-spezifische Informationen über Wanderrouten und die Anzahl der sie nutzenden Arten; artspezifische Flughöhen; wie die Zeiten, Routen und Richtungen durch Wetterbedingungen beeinflusst werden; und wie oft Fledermäuse ihren Zug zur Rast oder Jagd unterbrechen.</i></p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Untersuchungen über die Orientierungsfähigkeiten der wandernden Fledermäuse. 	<ul style="list-style-type: none"> • Physiologische Studien.
<ul style="list-style-type: none"> • Gibt es Fledermausaktivität über dem offenen Meer und in welchem Abstand zur Küste? Welche Arten sind über dem Meer aktiv und sind sie das nur während der Wanderzeiten? Beinhaltet die Wanderung auch Jagd und ist dies verbunden mit Flügen zu Inseln? 	<ul style="list-style-type: none"> • Detektorerfassungen von Leuchttürmen aus, Boot-Transecte (mit handgesteuerten und automatischen Fledermauserfassungssystemen); • Wärmebildkameras; • Radar.

5.4 Kollisionen

Weitere Informationen sind nötig zu folgenden Fragen:

- warum Fledermäuse mit Windenergieanlagen kollidieren;
- ob es für Fledermäuse unmöglich / zu schwierig ist, eine Windenergieanlage zu

- erkennen und die Gefahr zu verstehen;
- ob Fledermäuse von Windenergieanlagen angezogen werden könnten;
- ob Techniken entwickelt werden können, um Fledermäuse abzuschrecken.

Forschungsbedarf	Methoden
<ul style="list-style-type: none"> • Warum kollidieren Fledermäuse mit Windenergieanlagen? ARNETT (2005) beschreibt Vermeidungsverhalten von mehreren Fledermäusen vor den Rotorblättern, während andere kein solches Verhalten zeigten. Wie nehmen Fledermäuse die Rotorblätter mit ihrem 	<ul style="list-style-type: none"> • Verhaltensstudien mit Detektoren und Wärmebildkameras; • Laborexperimente; • Echoortungsexperimente; • physiologische und Verhaltensstudien.

<p><i>Echoortungssystem wahr? Diese Kenntnisse könnten genutzt werden, um Rotorblätter für Fledermäuse erkennbar zu machen.</i></p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Aktuelle Untersuchungen aus Deutschland (z.B. BEHR & VON HELVERSEN 2005) zeigen, dass nicht nur wandernde, sondern auch jagende Fledermäuse aus lokalen Populationen mit Windenergieanlagen kollidieren. Möglicherweise jagen wandernde Fledermäuse auch während ihres Zugs (z.B. ARNETT 2005, AHLÉN <i>et al.</i> 2007). Es gibt zu wenige genetische Daten von durchziehenden und lokal ansässigen Fledermäusen, um sie mit Daten von Schlagopfern zu vergleichen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Genetische Studien; • Wärmebildkameras und Detektor; • Telemetrie; • Insektenstudien an Windenergieanlagen.



Wandernde und lokal ansässige Tiere verschiedener Fledermausarten werden in ganz Europa als Schlagopfer unter Windrädern gefunden. Abendsegler (Nyctalus noctula) sind die am meisten betroffene Art (hier Windpark Puschwitz in Sachsen, Deutschland). © M. Lein

Eine Langflügelfledermaus (Miniopterus schreibersii), vom Kopf bis zu den Hüften von einem Rotorblatt durchtrennt (Camargue-Feuchtgebiet 2006). © E. Cosson

5.5 Störungen, Barriereeffekte

Weitere Informationen werden zu folgenden Fragen benötigt:

- ob es Veränderungen im Verhalten jagernder lokal ansässiger Fledermäuse gibt;

- ob Fledermäuse Windenergieanlagen vermeiden oder sich nach einer Weile daran gewöhnen;
- ob die Gewöhnung zu Kollisionen führt.

Forschungsbedarf	Methoden
<ul style="list-style-type: none"> • Es ist nicht bekannt, wie sich jagende Fledermäuse gegenüber Windenergieanlagen verhalten. Zusätzlich zu Erfahrungen durch Kollisionsstudien ist bekannt, dass lokal ansässige Breitflügelfledermäuse es vermeiden, in der Nähe von Windenergieanlagen zu jagen (BACH 2002). Weitere Informationen sind notwendig über den Verlust von Jagdhabitaten von hoch fliegenden Arten wie <i>Nyctalus</i>, <i>Vespertilio</i> oder <i>Miniopterus</i> und die Auswirkungen auf ihre Populationen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Telemetrie; • Detektorerfassungen; • Untersuchungen zur Habitatnutzung; • Untersuchungen vor und nach dem Bau.
<ul style="list-style-type: none"> • Lebenszyklus, Populationsdynamik, Ökologie und Häufigkeit von Fledermäusen werden beeinflusst vom Bau, Betrieb und Abbau von Windparks. Hieraus resultierende Verhaltensänderungen der verschiedenen Arten sollten untersucht werden. Daraus leiten sich art-spezifische Empfindlichkeiten gegenüber verschiedenen Typen großer Windparks ab, u.a. wird der Einfluss der Anlagenbeleuchtung auf das Verhalten deutlich. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Der Einfluss des Lebensraumangebots auf die Verdrängung. 	<ul style="list-style-type: none"> • Telemetrie; • Detektorerfassungen.
<ul style="list-style-type: none"> • Die Auswirkungen von Masthöhen auf die Verlagerung von Jagdaktivitäten sollten untersucht werden. • Die potenziellen Auswirkungen auf Populationsniveau für Fledermäuse durch Verdrängung infolge von Störungen, Barriereeffekte für Flugbewegungen, Kollisionsmortalität und Lebensraumverlust oder -zerstörung. 	<ul style="list-style-type: none"> • Habitatnutzung; • Populationsstudien; • Telemetrie; • Detektorerfassungen.



<ul style="list-style-type: none"> • Der Barriereeffekt auf wandernde und überfliegende Fledermäuse ist relativ unbekannt. 	<ul style="list-style-type: none"> • Telemetrie; • Detektorerfassungen; • Untersuchungen zu Verhaltensreaktionen; • Populationsstudien.
<ul style="list-style-type: none"> • Um die langfristigen Auswirkungen von Windparks bestimmen zu können, werden langfristige Untersuchungen benötigt. Solche Auswirkungen könnten z.B. die Gewöhnung von Fledermäusen an Windenergieanlagen beinhalten, die dazu führen könnte, dass die Auswirkungen auf längere Sicht abnehmen. Für wandernde Arten werden solche Phänomene nicht erwartet, aber sie könnten für lokale Fledermauspopulationen möglich sein. Signifikante Auswirkungen auf die Populationen können nur langfristig erkennbar werden. 	<ul style="list-style-type: none"> • Beringung; • Populationstudien.

5.6 Verminderungs- und/oder Vermeidungsmaßnahmen

Weitere Informationen sind nötig zu folgenden Fragen:

- gibt es Möglichkeiten, Fledermäuse abzuschrecken;

- wie weit ist die Entwicklung von dazu notwendigen Techniken;
- bestehen Möglichkeiten, Probleme zu vermeiden oder zu vermindern.

Forschungsbedarf	Methoden
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Entwicklung von Methoden oder Instrumenten, die automatisch intensives Jagdgeschehen oder hohe Aktivität von Fledermäusen aufnehmen können, z.B. Wärmesensoren und Radar, die sich mit den Windenergieanlagen rückkoppeln und das zeitweise Abschalten der Anlagen während der Zugzeit oder bei ungünstigem Wetter erlauben.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Systematische Untersuchungen zur Kollisionsmortalität während der ganzen Saison (Methoden nach ARNETT 2005, BRINKMANN <i>et al.</i> 2006, NIERMANN <i>et al.</i> 2007); • automatische Fledermauserfassungssysteme in großen Höhen; • Wärmebildkameras.

<ul style="list-style-type: none"> • Gibt es Möglichkeiten, Fledermäuse von Windenergieanlagen abzuschrecken? Es sollte untersucht werden, ob verschiedene Arten von Lärm / Geräuschen / Radarsignalen geeignete Möglichkeiten darstellen, Fledermäuse abzuschrecken oder zu warnen, oder ob sie stattdessen davon angelockt werden. Erste Untersuchungen haben ergeben, dass manche Fledermäuse von starkem Radar abgeschreckt werden (NICHOLLS & RACEY 2007), aber detailliertere Informationen über die technischen Erfordernisse stehen noch aus. 	<ul style="list-style-type: none"> • Untersuchungen zu Lärmemissionen (Infra-, Normal-, Ultraschall); • Radaruntersuchungen.
<ul style="list-style-type: none"> • Aus manchen Gegenden Deutschlands und Schwedens ist bekannt oder wird vermutet, dass Fledermäuse im Inneren der Gondeln Quartier beziehen. Die Gondeln sollten so geschlossen werden, dass Fledermäuse nicht eindringen können. Dies ist notwendig, um das Risiko von Verletzungen z.B. durch Zahnräder zu vermeiden. 	<ul style="list-style-type: none"> • Laborexperimente; • Freilandbeobachtungen.

6 Schlussfolgerungen und weitere Arbeiten

Diese Publikation setzt allgemeine Leitlinien fest, um die Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Fledermäuse beim Planungsprozess und in Umweltverträglichkeitsprüfungen zu beachten. Zusätzlich fasst sie wichtige Forschungsprioritäten zusammen. Sie ist keinesfalls komplett und benötigt

weitere Entwicklung insbesondere im europäischen Kontext.

Die aktuellen Auswirkungen von Windparks auf Fledermäuse müssen weiterhin untersucht werden, um Lösungen zu finden, die Auswirkungen zukünftiger Windparkprojekte zu minimieren.



7 Verwendete und weiterführende Literatur

Die folgenden Veröffentlichungen wurden für diesen Leitfaden genutzt:

- AHLÉN, I. (1997): Migratory behaviour of bats at south Swedish coasts. Zeitschrift für Säugetierkunde 62: 375-380.
- AHLÉN, I. (2002): Fladdermöss och fåglar dödade av vindkraftverk. Fauna och Flora 97:3:14-22.
- AHLÉN, I. (2003): Wind turbines and bats – a pilot study. Final report to the Swedish National Energy Administration 11 December 2003: Dnr 5210P-2002-00473. P-nr P20272-1.
- AHLÉN, I., BACH, L. & P. BURKHARDT (2002): Bat migration in southern Sweden. Poster at IXth European Bat Research Symposium, Le Havre, France 2002.
- AHLÉN, I., L. BACH, H.J. BAAGØE & J. PETTERSSON (2007): Bats and offshore wind turbines studied in southern Scandinavia. Report Nr. 5571, Swedish Environmental Protection Agency, 35 S. http://publikationer.slu.se/Filer/Bats_and_offshore_SNRapp.pdf
- ALCALDE, J.T. (2003): Impacto de los parques eólicos sobre las poblaciones de murciélagos. *Barbastella* 2: 3-6.
- ARNETT, E.B. [technical editor] (2005): Relationships between Bats and Wind Turbines in Pennsylvania and West Virginia: an Assessment of Fatality Search Protocols, Pattern of Fatality, and Behavioral Interactions with Wind Turbines. A final report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation

- International. Austin, Texas, USA, 187 S.
- BACH, L. (2002): Auswirkungen von Windenergieanlagen auf das Verhalten und die Raumnutzungen von Fledermäusen am Beispiel des Windparks „Hohe Geest“, Midlum - Endbericht. Unveröff. Bericht für das Institut für angewandte Biologie, Freiburg/Niederelbe, 46 S.
- BACH, L., R. BRINKMANN, H. LIMPENS, U. RAHMEL, M. REICHENBACH & A. ROSCHEN (1999): Bewertung und planerische Umsetzung von Fledermausdaten im Rahmen der Windkraftplanung. *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz* 4: 162-170.
- BACH, L. & U. RAHMEL (2004): Überblick zu Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse - eine Konfliktabschätzung. *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz* Band 7: 245-252.
- BEHR, O., D. EDER, U. MARCKMANN, H. METTECHRIST, N. REISINGER, V. RUNKEL & O. VON HELVERSEN (2007): Akustisches Monitoring im Rotorbereich von Windenergieanlagen und methodische Probleme beim Nachweis von Fledermaus-Schlagopfern – Ergebnisse aus Untersuchungen im mittleren und südlichen Schwarzwald. *Nyctalus (N.F)* 12 (2/3): 115-127.
- BEHR, O., D. GLAUBITZ, U. MARCKMANN, H. METTECHRIST, K. MOCH, N. REISINGER & V. RUNKEL (2006): Gutachten zur Beeinträchtigung im freien Luftraum jagender und ziehender Fledermäuse durch bestehende Windkraftanlagen – Wirkungskontrolle zum Windpark „Ittenschwander Horn“ bei Fröhnd im Schwarzwald im Jahr

2005. Erlangen, Unveröff. Bericht im Auftrag der Windpark Fröhnd GmbH & Co KG.

- BEHR, O. & O. VON HELVERSEN (2005): Gutachten zur Beeinträchtigung im freien Luftraum jagender und ziehender Fledermäuse durch einen Windkraftstandort – Endbericht zu den Untersuchungen im Windpark „Kempfenbühl/Schlossbühl“ bei Lahr im Schwarzwald 2004 und 2005. Unveröff. Bericht im Auftrag von Regiowind GmbH & Co. KG Freiburg.
- BEHR, O. & O. VON HELVERSEN (2005): Gutachten zur Beeinträchtigung im freien Luftraum jagender und ziehender Fledermäuse durch bestehende Windkraftanlagen – Wirkungskontrolle zum Windpark „Roßkopf“ (Freiburg i. Br.). Unveröff. Bericht für 2004, 37 S. & Karten.
- BEHR, O. & O. VON HELVERSEN (2006): Gutachten zur Beeinträchtigung im freien Luftraum jagender und ziehender Fledermäuse durch bestehende Windkraftanlagen – Wirkungskontrolle zum Windpark „Roßkopf“ (Freiburg i. Br.) im Jahre 2005. Unveröff. Bericht für 2005 im Auftrag von Regiowind GmbH & Co. KG Freiburg, 32 S. & Karten.
- BENZAL, J. & E. MORENO (2001): Interacciones de los murciélagos y los aerogeneradores en parques eólicos de la comunidad foral de Navarra. V Jornadas de la Sociedad Espanola de Conservacion y Estudio de Mamiferos. (Zusammenfassung)
- BRINKMANN, R., H. SCHAUER-WEISSHAHN & F. BONTADINA (2006): Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg. Endbericht für das Regierungspräsidium

Freiburg, gefördert durch Stiftung Naturschutzfonds Baden-Württemberg, 66 S. <http://www.rp-freiburg.de/servlet/PB/show/1158478/rpf-windkraft-fledermaeuse.pdf>

- COSSON, M. (2004): Suivi évaluation de l'impact du parc éolien de Bouin. 2003: Comparaison état initial et fonctionnement des éoliennes – Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie Pays de la Loire, Région Pays de la Loire et Ligue pour la Protection des Oiseaux délégation Vendée, Nantes – La Roche-sur-Yon (France), 91 S.
- COSSON, M. & P. DULAC (2005): Suivi évaluation de l'impact du parc éolien de Bouin. 2004: Comparaison état initial et fonctionnement des éoliennes – Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie Pays de la Loire, Région Pays de la Loire et Ligue pour la Protection des Oiseaux délégation Vendée, Nantes – La Roche-sur-Yon (France), 102 S.
- COSSON, M. & P. DULAC (2006): Suivi évaluation du parc éolien de Bouin (Vendée) sur les oiseaux et les chauves-souris. Année 2005. Ligue pour la Protection des Oiseaux délégation Vendée, Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie Pays de la Loire, Région Pays de la Loire, Nantes – La Roche-sur-Yon, 93 S.
- DULAC, P. (2007): Evaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendée) sur l'avifaune et les chauves-souris. Résultats du suivi 2006 et bilan de 5 années de suivi. Unveröff. Bericht für die Ligue pour la Protection des Oiseaux délégation Vendée / ADEME Pays de la Loire / Conseil Régional des Pays de la Loire, La Roche-sur-Yon – Nantes, 111 S.

- 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* Band 7: 253-264.
- DÜRR, T. (2007): Die bundesweite Kartei zur Dokumentation von Fledermausverlusten an Windenergieanlagen – ein Rückblick auf 5 Jahre Datenerfassung. *Nyctalus (N.F.)* 12 (2/3): 108-114.
- ENDL, P., U. ENGELHART, K. SEICHE, S. TEUFERT & H. TRAPP (2005): Untersuchungen zum Verhalten von Fledermäusen und Vögeln an ausgewählten Windkraftanlagen im Landkreis Bautzen, Kamenz, Löbau-Zittau, Niederschlesischer Oberlausitzkreis, Stadt Görlitz Freistaat Sachsen. Unveröff. Bericht für das Staatliche Umweltfachamt Bautzen, 135 S.
- GÖTTSCHE, M. & H. GÖBEL (2007): Teichfledermaus (*Myotis dasycneme*) als Kollisionsopfer an einer Windenergieanlage. *Nyctalus (N.F.)* 12 (2/3): 277-281.
- GRÜNKORN, T., A. DIEDERICHS, B. STAHL, D. DÖRTE & G. NEHLS (2005): Entwicklung einer Methode zur Abschätzung des Kollisionsrisikos von Vögeln an Windenergieanlagen. Unveröff. Bericht im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein, 92 S.
- GRUNWALD, T. & F. SCHÄFER (2007): Aktivität von Fledermäusen im Rotorbereich von Windenergieanlagen an bestehenden WEA in Südwestdeutschland. *Nyctalus (N.F.)* 12 (2/3): 182-198.
- HAASE, A. & A. ROSE (2005): Auswirkungen der Windenergieanlagen auf Fledermäuse am Stöckerberg im Landkreis Nordhausen. - Projektarbeit im Rahmen des Thüringer Jahres, 30 S.
- HAENSEL, J. (2007): Aktionshöhen verschiedener Fledermausarten nach Gebäudeeinflügen in Berlin und nach anderen Informationen mit Schlussfolgerungen für den Fledermausschutz. *Nyctalus (N.F.)* 12 (2/3): 141-151.
- HAENSEL, J. (2007): Zur Fledermausfauna auf der Vorhabensfläche des geplanten Windparks Kablow bei Berlin. *Nyctalus (N.F.)* 12 (2/3): 253-276.
- HUTTERER, R., T. IVANOVA, C. MEYER-CORDS & L. RODRIGUES (2005): Bat Migrations in Europe: A Review of Banding Data and Literature. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 28.
- HÖTKER, H., K.-M. THOMSEN & H. KÖSTER (2004): Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse – Fakten, Wissenslücken, Anforderungen an die Forschung, ornithologische Kriterien zum Ausbau der regenerativen Energiegewinnungsformen. Hrsg.: NABU und Bundesamt für Naturschutz. *Bergenhusen*, 80 S. <http://bergenhusen.nabu.de/bericht/VogelRegEnergien.pdf>
- HÖTKER, H. (2006): Auswirkungen des Repowering von Windkraftanlagen auf Vögel und Fledermäuse. Hrsg.: Michel-Otto-Institut im NABU, *Bergenhusen*, 40 S. http://bergenhusen.nabu.de/download/Windkraft_LANU_Endbericht1.pdf
- JABERG, C. & A. GUISAN (2001): Modelling the distribution of bats in relation to landscape structure in a temperate mountain environment. *Journal of Applied Ecology* 38, 1169-1181.
- 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 im Auftrag der Northern States Power Company, Minnesota, 262 S.
- JOHNSON, G.D., W.P. ERICKSON, M.D. STRICKLAND, M.F. SHEPHERD & D.A. SHEPHERD (2003): Mortality of bats at a large-scale wind power development at Buffalo Ridge, Minnesota. *Am. Midl. Nat.* 150: 332-342.
- JOHNSON, G.D. & M.D. STRICKLAND (2004): An assessment of potential collision mortality of migrating Indiana bats (*Myotis sodalis*) and Virginia big-eared bats (*Corynorhinus townsendii virginianus*) traversing between caves. Technical report prepared for NedPower Mount Storm by WEST, Inc.
- KUSENBACH, J. (2004): Abschlussbericht zum Werkvertrag "Erfassung von Fledermaus- und Vogeltotfunden unter Windenergieanlagen an ausgewählten Standorten in Thüringen".
- LATORRE, F.J.S. & E.P. ZUECO (1998): Informe Final "Estudio de seguimiento de la incidencia del Parque Eólico Borja 1 sobre la avifauna." Unveröff. Bericht.
- LEHMANN, B. & C. ENGELMANN (2007): Nachweis einer Alpenfledermaus (*Hypsugo savii*) als Schlagopfer in einem Windpark in Sachsen-Anhalt. *Nyctalus (N.F.)* 12 (2/3): 128-130.
- LEKUONA J. (2001): Uso del espacio por la avifauna y control de la mortalidad de aves y murciélagos en los parques eólicos de Navarra durante un ciclo anual. Dirección General de Medio Ambiente Departamento de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda. Gobierno de Navarra.
- MARTINEZ-RICA, J.P. & J. SERRA-COBO (1999): Aproximación al impacto potencial sobre las poblaciones de quirópteros derivado de la construcción del proyectado "Parque Eólico de Boquerón" en la muela de Borja (Borja). Anexo al "Estudio de la incidencia ambiental de los Parques Eólicos solicitados por CEASA en la plana de Borja y denominados: Boirja I, Borja II, Arbolitas y Boqueron." *Garona Estudios Territoriales*.
- NICHOLLS, B. & P.A. RACEY (2007): Bats Avoid Radar Installations: Could Electromagnetic Fields Deter Bats from Colliding with Wind Turbines?. *PLoS ONE* 2(3): e297. doi:10.1371/journal.pone.0000297
- NIERMANN, I., O. BEHR & R. BRINKMANN (2007): Methodische Hinweise und Empfehlungen zur Bestimmung von Fledermaus-Schlagopferzahlen an Windenergiestandorten. *Nyctalus (N.F.)* 12 (2/3): 152-162.
- PELAYO, J. & E. SANPIETRO (1998): Estudio de seguimiento de la incidencia del Parque Eólico Borja-1 sobre la avifauna. SEO/BIRDLIFE, Madrid.
- PETERSONS, G. (1990): Die Rauhhauffledermaus, *Pipistrellus nathusii* (Keyserling u. Blasius, 1839), in Lettland: Vorkommen, Phänologie und Migration. *Nyctalus* 3: 81-98.
- PETIT, E. & F. MAYER (2000): A population genetic analysis of migration: the case of the noctule bat (*Nyctalus noctula*). *Molecular Ecology* 9: 683-690.
- PETRI, I & A. MUNILLA (2002): Gurelur calcula que miles de aves caen en parques eólicos navarros. *Quercus*, 197: 50-51.
- PHILLIPS, J.F. (1994): The effect of a wind farm on the upland breeding bird communi-



- ties of Bryn Tili, Mid-Wales: 1993-1994. RSPB, The Welsh Office, Bryn Aderyn, The Bank, Newtown, Powys.
- RAHMEL, U., L. BACH, R. BRINKMANN, C. DENSE, H. LIMPENS, G. MÄSCHER, M. REICHENBACH & A. ROSCHEN (1999): Windkraftplanung und Fledermäuse. Konfliktfelder und Hinweise zur Erfassungsmethodik. Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz, Band 4: 155-161.
- RAHMEL, U., L. BACH, R. BRINKMANN, H. LIMPENS & A. ROSCHEN (2004): Windenergieanlagen und Fledermäuse – Hinweise zur Erfassungsmethodik und zu planerischen Aspekten. Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz Band 7: 265-271.
- REICHENBACH, M. (2002): Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Vögel – Ausmaß und planerische Bewältigung. Dissertation an der TU Berlin, 207 S.
- RUSS, J.M., A.M. HUTSON, W.I. MONTGOMERY, P.A. RACEY & J.R. SPEAKMAN (2001): The status of *Nathusius' pipistrelle* (*Pipistrellus nathusii* Keyserling and Blasius 1839) in the British Isles. *J. Zool. Lond* 254: 91-100.
- 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.
- SATTLER, T. & F. BONTADINA (2006): L'évaluation écologique de deux secteurs d'installations éoliens en France sur la base de la diversité et l'activité des chauves-souris. Unveröff. Bericht, 41 S.
- SCHRÖDER, T. (1997): Ultraschallemissionen von Windenergieanlagen. Eine Untersuchung verschiedener Windenergieanlagen in Niedersachsen und Schleswig-Holstein. Unveröff. Bericht von I.f.O.N.N. im Auftrag von NABU e.V. LV Niedersachsen: 1-15.
- SEICHE, K., P. ENDL & M. LEIN (2007): Fledermäuse und Windenergieanlagen in Sachsen – Ergebnisse einer landesweiten Studie. *Nyctalus (N.F.)* 12 (2/3): 170-181.
- TRAPP, H., D. FABIAN, F. FÖRSTER & O. ZINKE (2002): Fledermausverluste in einem Windpark der Oberlausitz. *Naturschutzarbeit in Sachsen* 44: 53-56.
- TRAXLER, A., S. WEGLEITNER & H. JAKLITSCH (2004): Vogelschlag, Meideverhalten & Habitatnutzung an bestehenden Windkraftanlagen Prellenkirchen – Obersdorf – Steinberg/Prinzendorf. Unveröff. Bericht im Auftrag von WWS Ökoenergie, EVN Naturkraft, WEB Windenergie, IG Windkraft und Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, 107 S.
- WALTER, G. H. MATTHES & M. JOOST (2004): Fledermausnachweise bei Offshore-Untersuchungen im Bereich von Nord- und Ostsee. *Natur- und Umweltschutz (Zeitschrift Mellumrat)* 3(2): 8-12.
- WINKELMAN, J.E. (1989): Vogels e het windpark nabij Urk (NOP): aanvarings slachtoffers en verstorving van pleisterende eenden, ganzen en zwanen. RIN-rapport 89/15, 169 S.
- ZAGMAJSTER, M., T. JANCAR & J. MLAKAR (2007): First records of dead bats (Chiroptera) from wind farms in Croatia. *Nyctalus (N.F.)* 12 (2/3): 234-237.
- Weitere Literatur, die Anfang 2008 veröffentlicht wurde:*
Die folgenden Literaturhinweise wurden erst nach Fertigstellung des Leitfadens veröffentlicht; deshalb konnten ihre Inhalte nicht mehr berücksichtigt werden. Trotzdem sollen sie hier zitiert werden, um die Liste der weiterführenden Literatur so komplett wie möglich zu halten.
- ARNETT, E.B. (2006): A preliminary evaluation on the use of dogs to recover bat fatalities at wind energy facilities. *Wildlife Society Bulletin* 34(5): 1140-1145.
- ARNETT, E.B., W.K. BROWN, W.P. ERICKSON, J.K. FIEDLER, B.L. HAMILTON, T.H. HENRY, A. JAIN, G.D. JOHNSON, J. KERNS, R.R. KOFORD, C.P. NICHOLSON, T.J. O'CONNELL, M.D. PIORKOWSKI & R.D. TANKERSLEY (2008): Patterns of Bat Fatalities at Wind Energy Facilities in North America. *Journal of Wildlife Management* 72(1): 61-78.
- ARNETT, E.B., M.M.P. HUSO, D.S. REYNOLDS & M. SCHIRMAKER (2007): Patterns of pre-construction bat activity at a proposed wind facility in northwest Massachusetts. *Jährlicher Bericht für die "Bats and Wind Energy Cooperative"*, 36 S.
- BARCLAY, R.M.R., E.F. BAERWALD & J.C. GRUVER (2007): Variation in bat and bird fatalities at wind energy facilities: assessing the effects of rotor size and tower height. *Can. J. Zool.* 85: 381-387.
- CRYAN, P.M. & A.C. BROWN (2007): Migration of bats past a remote island offers clues toward the problem of bat fatalities at wind turbines. *Biological Conservation* 139: 1-11.
- HORN, J.W., E. B. ARNETT & T.H. KUNZ (2008): Behavioural responses of bats to operating wind turbines. *Journal of Wildlife Management* 72(1): 123-132.
- KUNZ, T.H., E.B. ARNETT, B.M. COOPER, W.P. ERICKSON, R.P. LARKIN, T. MABEE, M.L. MORRISON, M.D. STRICKLAND & J.M. SZEWCZAK (2007): Assessing Impacts of Wind Energy Development on Nocturnally Active Birds and Bats: A Guidance Document. *Journal of Wildlife Management* 71(8): 2449-2486.
- KUNZ, T.H., E.B. ARNETT, W.P. ERICKSON, A.R. HOAR, G.D. JOHNSON, R.P. LARKIN, M.D. STRICKLAND, R.W. THRESHER & M.D. TUTTLE (2007): Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs, and hypotheses. *Front Ecol Environ.* 5(6): 315-324.
- LARKIN, R.P. (2006): Migrating bats interacting with wind turbines: what birds can tell us. *Bat Research News* 47(2): 23-32.
- MABEE, T.J., J.H. PLISSNER & B.A. COOPER (2005): A radar and visual study of nocturnal bird and bat migration at the proposed Prattsburgh-Italy wind power project, New York, spring 2005. Endbericht für ABR, Inc.—Environmental Research & Services, 37 S.
- REYNOLDS, D.S. (2006): Monitoring the potential impact of a wind development site on bats in the Northeast. *Journal of Wildlife Management* 70(5): 1219-1227.
- SPANJER, G. R. (2006): Responses of the big brown bat, *Eptesicus fuscus*, to a proposed acoustic deterrent device in a lab setting. A report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative and the Maryland Department of Natural Resources. *Bat Conservation International: February 2007: 2-12.*
- SZEWCZAK, J.M. & E. B. ARNETT (2007): Preliminary Field Test Results of an Acoustic Deterrent with the Potential to Reduce Bat Mortality from Wind Turbines. *Bat Conservation International: February 2007: 13-19.*



Glossar

Berner Konvention – Übereinkommen über die Erhaltung der europäischen wildlebenden Pflanzen und Tiere und ihrer natürlichen Lebensräume (1979).

Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie, kurz: FFH-Richtlinie – Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen. Die FFH-Richtlinie bildet zusammen mit der Vogelschutzrichtlinie die zentrale Rechtsgrundlage für den Naturschutz in der Europäischen Union und gründet sich auf zwei Pfeiler: das Schutzgebiets-Netzwerk *Natura 2000* und den direkten Schutz bestimmter Arten.

Feeding buzzes – Rufe, die unmittelbar vor dem Fangen des Beuteinsekts ausgestoßen werden.

Gondel – Struktur an der Mastspitze der Windenergieanlage, an der der Rotor und die Rotorblätter befestigt sind; enthält den elektrischen Generator, das Getriebe und die elektronische Kontrolle.

Monitoring – zeitlich regelmäßig wiederholtes Beobachten, Überwachen und Messen des Zustandes und Bestandes (in diesem Falle) von Pflanzen und Tieren sowie deren Gemeinschaften zur Bestimmung der Umweltqualität.

Offshore – küstenfern, der Küstenlinie vorgelagert.

Repowering – Ersatz älterer Windenergieanlagen durch Anlagen mit modernen Multi-Megawatt-Motoren.

Danksagung

Wir danken Ingemar Ahlén, Laurent Biraschi, Robert Brinkmann, Colin Catto, Tony Hutson, Teodora Ivanova, Herman Limpens, Lauri Lutsar, Barry Nicholls, Ivo Niermann, Katie Parsons, Paul Racey, Christine Rumble, Linda Smith und Dean Waters für ihre wertvollen Kommentare und Beiträge zu dieser Veröffentlichung sowie Caroline Bechtold (BMU-Sprachendienst) für die Übersetzung der Resolution 5.6 ins Deutsche.



Tabelle 1: Untersuchungen in Europa

Untersuchung (Autor, Jahr, Untersuchungsgebiet)	Zeitraum	Art der Windkraftanlage	Methoden
Ahlén (2002, 2003) , Schweden	August - September 2002	Verschiedene.	160 Windräder (Gotland 66, Öland 39, Blekinge 4, Skåne 51); 1 Kontrolle/Windrad; Suchradius 50 m um Windrad.
Alcalde (2003) , Navarra, Spanien und pers. Mitt.	1995 - 2003	Rund 1.000 Windräder; Höhe: 40 m (älteres Modell) und 60-80 m; Rotordurchmesser: 20 m (älteres Modell) und 34 m.	Suchradius entsprach der Anlagenhöhe.
Bach (2002) , Niedersachsen, Deutschland	April 1998 - September 2002	1 Windpark, 70 Windräder; Höhe 45 m; Rotordurchmesser 30 m.	Landschaftsnutzung von Eser und Ppip; Systematische Detektor-Untersuchungen im gesamten Windpark und der Umgebung; 7 Begehungen/Jahr; Beginn ein Jahr vor dem Bau der Anlagen bis drei Jahre nach dem Bau.
Benzal & Moreno (2001) , Navarra, Spanien		4 Windparks mit Windrädern auf einer Länge von 12,6 km.	
Behr et al. (2006) , Ittenschwander Horn (Fröhnd), Deutschland	31. Juli - 30. Oktober 2005	Anlage mit 2 Windrädern; Gondelhöhe 85 m; Rotordurchmesser 70 m.	Akustisches Monitoring; Begehungen: 31.07.-30.09.: jeden zweiten Tag, 01.10.-30.10.: jeden dritten Tag; Suchradius: 65 m; Abschätzung der Sucheffizienz; Mäuse-Experiment.
Behr et al. (2007) , SW Deutschland	August - Oktober 2004, Juli - Oktober 2005	3 Anlagen mit 2 bis 4 Windrädern; Gesamthöhe 121-133 m; Rotordurchmesser 70-77 m.	Akustisches Monitoring am Boden und auf Nabenhöhe mit automatischen Aufnahmegeräten; 2-4 Aufnahmegeräte an jeder Anlage, an 4 aufeinanderfolgenden Tagen eines jeden Monats.

Ergebnisse	Habitattypen
17 Fledermäuse (Enil 8, Vmur 1, Nnoc 1, Pnat 5, Ppip 1, Ppyg 1); 0,1 Fledermäuse/Kontrolle; Gotland 12, Öland 2, Blekinge 2, Skåne 1; Abstand 3-25 m (durchschnittl. 12 m) um Turbine; die Hälfte der Arten sind ansässig; Fledermäuse jagten oft in der Nähe der Rotorblätter; die Arten, von denen tote Tiere gefunden wurden, wurden auch jagend an den Rotorblättern beobachtet.	Verschiedene, von Offenland mit Gebüsch bis landwirtschaftlich genutzt (mit Hecken).
50 Fledermäuse (hauptsächlich Hsav 25, Nnoc, Nlas 2, sowie Ppip, Pkuh, Ppyg, Eser, Msch); hauptsächlich August und September; Präsenz der Anlagen hat die Habitatnutzung nicht verändert; Anzahl der fliegenden Fledermäuse nahm mit zunehmender Temperatur zu und mit zunehmender Windintensität ab; Fledermäuse nutzten vor allem Bereiche in der Nähe von Bäumen.	In der Nähe von Hecken.
Kein sichtbarer Effekt auf die Landschaftsnutzung durch Ppip; kein sichtbarer negativer Effekt auf die Nutzung von Flugstraßen von Eser und Ppip; Ppip änderte das Jagdverhalten in der Nähe der Turbinen und gewöhnte sich an die sich bewegenden Rotorblätter; die Zahl der bevorzugt an Hecken ohne Turbinen jagenden Eser nahm im Laufe der Jahre zu; die Zahl von Eser, die in Entfernungen über 100 m von den Turbinen entfernt jagten, nahm im Laufe der Jahre zu; Schlussfolgerung: Eser scheint den Windpark nach dem Bau der Anlagen verlassen zu haben.	Landwirtschaftlich genutzte Flächen mit vielen Hecken in 10-100 m Entfernung zu den Turbinen.
Totfunde: Ppip, Pkuh, Hsav, Eser, Nnoc; Ppip, Pkuh, Hsav, Eser, Nnoc, Tten flogen um Turbinen herum, wenngleich nur einige dort jagten; Fledermäuse nutzten vor allem Bereiche in der Nähe von Bäumen.	
4 tote Fledermäuse (Ppip 4); 0,18 Fledermäuse/Anlage/Nacht (16,5 Fledermäuse/Anlage).	Wald.
Regelmäßige Aktivität von 4 Arten: Ppip, Pnat, Nleis in beiden Höhen. Nur am Boden: Mnat, Mmysbra, Mmyo, Mbech, Mdaub, Plspec. Signifikant mehr Fledermäuse waren bei geringen Windgeschwindigkeiten aktiv (< 5 m/s). Höchste Windgeschwindigkeit mit Fledermaus-Aktivität: 6,5 m/s. Sowohl ansässige Populationen als auch durchwandernde Fledermäuse werden von WKA beeinflusst.	Bewaldetes Gebiet (Schwarzwald), partiell ausgeräumt durch Sturm (jetzt geringer Bewuchs).



Untersuchung (Autor, Jahr, Untersuchungsgebiet)	Zeitraum	Art der Windkraftanlage	Methoden
Behr & von Helversen (2005) , Lahr, Deutschland	August - Oktober 2004 und 26.07.-30.10.2005	Anlage mit 3 Windrädern; Gondelhöhe 90 m; Rotordurchmesser 77 m.	Akustisches Monitoring; Begehung jeden dritten Tag; Suchgebiet: 68 m.
Behr & von Helversen (2006) , Roskopf, Deutschland	Ende April - Mitte Oktober	1 Windpark, 4 Windräder; Höhe 98 m; Rotordurchmesser 70 m.	2005: April-Juni alle 3 Tage, Juli bis Oktober alle 4 Tage; Bewertung der Sucheffizienz.
Brinkmann et al. (2006) , Freiburg, Deutschland	2004: August - Oktober; 2005: April - Mitte Mai und Mitte Juli - Mitte Oktober	Verschiedene; 2004: 16 Windräder, 69-98 m Höhe, 44-80 m Rotordurchmesser; 2005: 8 Windräder von den 16 untersuchten in 2004.	2004: 9-18 Kontrollen/Windrad; 2005: 12 Kontrollen im Frühjahr, 18 Kontrollen im Herbst; 50 m Suchdurchmesser um die Turbine; Bewertung der Sucheffizienz; Untersuchung mit Wärmebildkamera.
Cosson (2004) und Cosson & Dulac (2005, 2006 und 2007) , Frankreich	Vogelschutzgebiete (IBA, SPA); zuerst vogelkundliche Untersuchung, danach Vögel und Fledermäuse. Suche nach Totfunden: 23. Juli - 16. Dez. 2003; Jan. - Dez. 2004; Jan. - Dez. 2005; Jan. - Dez. 2006.	8 Windräder N80; Höhe 100 m.	Untersuchung jedes Windrads in Anlehnung an die Methodik bei J.E. Winkelman.
Dürr (pers. Mitt.) , Brandenburg, Deutschland	2001 - 2003	Verschiedene Anlagen.	2001: 38 Windräder (66 Kontrollen); 2002: 79 Windräder (394 Kontrollen); 2003: 147 Windräder (550 Kontrollen); mehr oder weniger unsystematische Untersuchung zwischen Februar und Dezember, aber hauptsächlich im August/September; Suchdurchmesser 50 m um das Windrad herum (meistens!)
Dürr (2007) , Deutschland	1998 - 2007		Eine Liste mit allen tot aufgefundenen Fledermäusen, die bei systematischen oder unsystematischen Suchen unter WKA in Deutschland gefunden wurden, sortiert nach Bundesländern.

Ergebnisse	Habitattypen
3 tote Fledermäuse (Ppip 3).	Wald.
2005: 31 tote Fledermäuse (Ppip 23, Nlei 4, Pspec 4) = 0,18 Fledermäuse/Turbine/Nacht; April bis Mitte Juli: 11 Fledermäuse; Mitte Juli bis Mitte Oktober: 20 Fledermäuse; nach einer Verkürzung der Betriebszeiten ging die Zahl der toten Fledermäuse signifikant zurück.	Wald mit Sturmschäden (umgebrochene Bäume).
2004: 35 tote Fledermäuse (+ 5 Fledermäuse an einer zusätzlich untersuchten Anlage, Ppip 31, Nlei 7, Vmur 1, Eser 1); 2005: 10 tote Fledermäuse (Vmur 1, Ppip 8, Nlei 1), keine Totfunde im Frühling.	Zumeist Wald, zum Teil Waldränder und Wiesen.
77 tote Fledermäuse (2003-2006) (Pnat 35, Ppip 15, Pspec 17, Pkuh 2, Eser 2, Nnoc 6); 2003: M = 4,74 / Woche / 8 WKA (6 Monate Untersuchung); 2004: M = 3,1-3,6 / Woche / 8 WKA (20,3-23,5 Jahr/WKA); 2005: M = 3,30-4,19 / Woche / 8 WKA (21,5-27,2 Jahr/WKA); 2006: M = 0,93-1,43 / Woche / 8 WKA (6-9,3 Jahr/WKA) (in Klammern: angepasste Schätzung der Opfer, die Höchstwerte berücksichtigen auch eine Anpassung für die durchsuchten Gebiete).	Offene, genutzte Polder auf der einen Seite, Austernbänke auf der anderen Seite.
36 tote Fledermäuse (0,04 Fledermäuse/Kontrolle); vor allem Pnat, Ppip, Nnoc; an allen Windradtypen; hauptsächlich in der ersten und zweiten Augustdekade.	Verschiedene; oft in der Nähe von Hecken.
Insgesamt wurden 706 tote Fledermäuse gefunden; am meisten beeinflusste Arten (in Reihenfolge der Häufigkeit): Nnoc, Ppip, Pnat, Nlei, Vmur, Eser, Ppyg; von den bestimmten Fledermäusen waren 45% Jungtiere und 55% adulte Tiere; 52% aller Fledermäuse waren Männchen; 91% aller Funde wurden zwischen Mitte Juli und Anfang Oktober gemacht; Diskussion zu Untersuchungsmängeln.	Verschiedene Habitattypen in Deutschland.



Untersuchung (Autor, Jahr, Untersuchungsgebiet)	Zeitraum	Art der Windkraftanlage	Methoden
Endl et al. (2005) , Sachsen, Deutschland	März - November 2004	16 Windparks, 92 Windräder; Höhe 65-80 m; Rotordurchmesser 47-80 m.	Detektorerhebung: 5-8 x / Jahr (April - Oktober); Suche nach Kollisionsopfern: 5-8 x / Jahr (April - Oktober) (durchschnittlich 24-Tage-Rhythmus); Suchradius entsprach Rotordurchmesser um Windrad; Hühner-Experiment; Kontrolle der Sucheeffizienz durch Ausbringen von Papierfledermäusen!
Göttsche & Göbel (2007) , Schleswig-Holstein, Deutschland	2003; Juli - Mitte September 2005; Ende April - Anfang Juni 2006	Anlage mit 4 Windrädern; Gondelhöhe 60 m; Rotordurchmesser 80 m.	2003: unsystematische Suche nach toten Fledermäusen; Juli + September 2005 und April - Juni 2006: jeden 7.Tag; August 2005: jeden 14. Tag.
Grünkorn et al. (2005) , Schleswig-Holstein, Deutschland	September - Mitte November 2004	3 Windparks, 24 Windräder; Gesamthöhe 100 m; 2 Windräder mit einer Gesamthöhe von 120 m.	Methodische Untersuchung; 16 Kontrollen (jeden 5. Tag); Suchumkreis: Höhe des Windrades; Experimente mit Vögeln unterschiedlicher Größe; Fallexperimente mit toten Vögeln; Sucheffizienz-Kontrolle durch das Ausbringen toter Vögel verschiedener Größen.
Grunwald & Schäfer (2007) , Deutschland	Juli - Oktober 2005 und Juli - Oktober 2006	4 Anlagen mit jeweils 5 bis 11 Windrädern; Gondelhöhe 104-114 m; Rotordurchmesser 70-90 m.	Akustisches Monitoring auf Gondelhöhe mit speziell gefertigten Detektoren und Funkübertragung der Signale; Einsatz von Heliumballons.
Haase & Rose (2004)	März - April und August - Oktober 2004	Höhe: 60 m, 70 m, 89 m; Rotordurchmesser: 48 m; 58,5 m; 58,5 m.	3 Kontrollen/Windrad/Monat; Fledermausaktivität mit Detektoren im Bereich der Windräder erfasst (ca. 500-1.000 m um die Windräder).

Ergebnisse	Habitattypen
Durchschnittliche Sterblichkeit: 1,5 Fledermäuse/Windrad/Jahr (Spanne: 1,1-4,6); in 2 anderen Windparks: 1,34 und 4,56 Fledermäuse/Windrad/Jahr; Ppip: höhere Kollisionsrate in Waldnähe; Nnoc + Pnat: viele Kollisionen auch vom Wald entfernt.	Offene, landwirtschaftlich genutzte Flächen, aber meistens sehr nah am Wald oder an Hecken (0-150 m).
Insgesamt 22 tote Fledermäuse (Pnat 10, Ppip 5, Nnoc 4, Mdas 1, Mdau 1, Ppip/pyg 1), davon 8 tote Fledermäuse in 2005-2006 (Ppip 1, Pnat 4, Mdau 1, Nnoc 1, Mdas 1). Die meisten toten Fledermäuse wurden unter Windrädern auf offener, landwirtschaftlich genutzter Fläche gefunden.	Unterschiedlich: Offenland (3 Windräder) bis Hecken-nähe (1 Windrad).
Es ist notwendig, einen Bereich entsprechend der Höhe des Windrades abzusuchen; der Bereich sollte nach kleinen Vögeln/Fledermäusen auf 10 m breiten Transekten abgesucht werden; für kleine Vögel (Fledermausgröße) (Suchbereich 10 m jede Seite): geringe Vegetationsdichte (<10%): Fundrate 44%; hohe Vegetationsdichte (>30%): Fundrate 8%; für kleine Vögel (Fledermausgröße) (Suchbereich 5 m jede Seite): hohe Vegetationsdichte (>30%): Fundrate 10%; es wurde keine tote Fledermaus gefunden.	Offene, landwirtschaftlich genutzte Fläche mit wenigen Bäumen und Büschen.
Fledermausarten, die auf Gondelhöhe und am Boden nachgewiesen wurden: Ppip, Nnoc, Nleis, Pnat; Fledermausarten, die nur am Boden nachgewiesen wurden: Ppip, Ppyg, Mnat, Mmys/bra, Mbech, Mmyo; Ppip and Nleis: Flugaktivität auf Gondelhöhe hoch korreliert mit Strukturreichtum: mehr Aktivität in Wäldern; es waren mehr Fledermäuse bei geringen Windgeschwindigkeiten aktiv (< 6 m/s); höchste Windgeschwindigkeit mit Fledermausaktivität: 8 m/s (Nnoc).	
2 tote Fledermäuse (Nleis 1, Plaurit 1); 0,06 Fledermäuse/Kontrolle; keine Aktivität von Nleis, Nnoc und Ppip in der Nähe der Windräder.	Landwirtschaftlich genutzte Fläche, 50-200 m nah an Hecken und Wald.



Untersuchung (Autor, Jahr, Untersuchungsgebiet)	Zeitraum	Art der Windkraftanlage	Methoden
Haensel (2007) , Brandenburg, Deutschland	Juni - Oktober 2006	Anlage mit 1 Windrad, aber 12 weitere geplant; Gesamthöhe des bestehenden Windrads: 85 m, geplante Windräder: 149 m.	Detektoruntersuchung und unsystematische Suche nach toten Fledermäusen.
Kusenbach (2004) , Thüringen, Deutschland	25. August - 23. September 2004	Verschiedene Anlagen (Größe meist unbekannt); 94 Windräder (18 Windparks).	110 Begehungen (1-3 / Windrad); Hühner-Experiment.
Latorre & Zueco (1998) , Aragon, Spanien	März 2000 - März 2001		1 Jahr
Lekuona (2001) und Petri & Munilla (2002) , Navarra, Spanien		10 Windparks, 400 Windräder; Höhe: 40 m; Rotordurchmesser: 40m.	Vogelstudie! 4 Parks: 1 Kontrolle/Woche März 2000 - März 2001; 1 Park: 1 Kontrolle/Woche zwischen Juni 2000 - März 2001; Suchradius 50 m um Windrad; vielmals nur ein kleiner Radius, in Abhängigkeit von der Vegetation.
Schröder (1997) , Niedersachsen, Deutschland	Februar + März 1997	47 Windräder in verschiedenen Windparks, verschiedene Bautypen.	Untersuchung möglicher Ultraschallgeräusche der Windräder mit einem Bat Detektor (Pettersson D980); untersuchtes Frequenzfenster: 14-100 kHz; Messungsdistanzen: 20 m, 50 m, 100 m von Windrad entfernt.
Seiche et al. (2007) , Sachsen, Deutschland	Mai - September 2006	26 Anlagen mit insgesamt 145 Windrädern.	Standardisierte Suche nach toten Fledermäusen (2-5 Begehungen an jedem Windrad pro Woche); Detektoruntersuchung; Einsatz von Nachtsichtgerät.

Ergebnisse	Habitattypen
Ergebnisse der Detektoruntersuchung: 10 Arten anwesend (Mdaub, Mmysbra, Nnoc, Nleis, Eser, Vmur, Ppip, Ppyg, Pnat, Plspec); 2 tote Fledermäuse gefunden (Eser 1, Nnoc 1).	Reich strukturierte Landschaft mit Teichen, Hecken, großen Wäldern und eher extensiv landwirtschaftlich genutzt.
7 tote Fledermäuse (Pnat 3 ♂ / ad., Vmur 2 ♂ / ad., Nnoc 1 ♀ / juv., Chirop. spec. 1); 0,06 Fledermäuse / Kontrolle; 6 von 7 Fledermäusen wurden in vermutetem Wanderkorridor gefunden; Abstand zum Windrad: 3-15 m; 1 Fledermaus mit öliger Substanz auf dem Körper; Hühner-Experiment: 30% nach einem Tag wiedergefunden; 15% nach zwei Tagen wiedergefunden.	20-100 m entfernt von Hecken; manchmal in der Nähe von Wäldern (3 x 200 m); bekannter Fledermaus-Wanderkorridor.
1998: 6 tote Fledermäuse (Pspec 5; Tten 1); Schätzung toter Fledermäuse: 274,05 Fledermäuse/Jahr; Schätzung toter Fledermäuse: 10,15 Fledermäuse/Windrad/Jahr.	
3 Fledermäuse (Chirop. spec. 1, Ppip 1, Hsav 1) (2 in August, 1 in März); Abtrage: Juli - 57% in 24h und 70% in 48h; November - 67% in 24h und 80% in 48h; durchschnittliche Distanz (Kadaver): 25 m; Fundrate: Juli 13,2% und November 11,6%; Schätzung der Todesrate in zwei Parks: 3,09 und 13,36 Fledermäuse/Windrad; Schätzung toter Fledermäuse: 749 Fledermäuse (Winkelman-Index).	Verschiedene.
12 x keine Ultraschall-Emission; 5 x geringe Ultraschall-Emission; 13 x klare Ultraschall-Emission zwischen 14-30 kHz; 13 Windradtypen mit klarer Ultraschall-Emission; aber: der gleiche Windradtypus mit und ohne Ultraschall-Emissionen.	
144 tote Fledermäuse gefunden; nach Häufigkeit sortiert: Nnoc, Pnat, Ppip, Vmur, Eser, Ppyg, Mmyo, Enils, Nleis; geringe Sterblichkeit in Mai und Juni; 50% der Totfunde Mitte - Ende Juli; hohe Sterblichkeit auch zwischen Mitte und Ende August; 63% der toten Fledermäuse sind Jungtiere; Sterblichkeit unterschiedlich in den verschiedenen Naturräumen Sachsens.	Flachland und bergige Regionen, offene landwirtschaftliche Flächen und strukturierte Landschaften - keine Wälder.



Untersuchung (Autor, Jahr, Untersuchungsgebiet)	Zeitraum	Art der Windkraftanlage	Methoden
Trapp <i>et al.</i> (2002), Oberlausitz, Deutschland			
Traxler <i>et al.</i> (2004), Niederösterreich	September 2003 - September 2004	3 Windparks, 4 Windräder; Höhe 98 m, Rotordurchmesser 70 m; 2 Windräder Höhe 100 m, Rotordurchmesser 80 m.	6 Windräder; 1 Kontrolle/Tag/Windrad; Suchbereich 100 m um Windrad; Sucheffizienz-Kontrolle durch Ausbringen toter Vögel!
Zagmajster <i>et al.</i> (2007), Kroatien	April - Juli 2007 und November 2007	Erste Anlage mit 7 Wind- rädern: Gondelhöhe 49 m, Rotordurchmesser 52 m. Zweite Anlage mit 14 Windrädern: Gondelhöhe 50 m, Rotordurchmesser 48 m.	Unsystematische Suche nach toten Fledermäusen.

Ergebnisse	Habitattypen
34 Fledermäuse (Vmur 6, Ppip 3, Pnat 10, Nnoc 12, Nleis 1, Chiro. spec. 2).	
14 tote Fledermäuse (Nnoc 11, Pnat 2, Plaus 1); Kollisionsrate (nach Winkelman) durchschnittlich 5,33 Fledermäuse/Windrad/Jahr (Ober- dorf 0; Prellenkirchen 8,0; Steinberg 5,33 Fledermäuse/Windrad/Jahr); Kollisionen durchschnittlich bei Windgeschwindigkeiten von 5-6 m/s.; höchste Kollisionsrate im August; Fledermäuse jagten um die sich bewegenden Rotorblätter am frühen Nachmittag.	Landwirtschaftlich genutzte Fläche, 50-200 m entfernt von Hecken und Wald.
7 tote Fledermäuse (Pkuh 4, Hsav 3).	Sowohl im Flachland als auch in einer bergigen Region auf einer Insel in der Adria; strukturreiche Landschaften.

Abkürzungen:

- | | |
|--|--|
| Enils = <i>Eptesicus nilssonii</i> , Nordfledermaus | Nnoc = <i>Nyctalus noctula</i> , (Großer) Abendsegler |
| Eser = <i>Eptesicus serotinus</i> , Breitflügelfledermaus | Pspec = <i>Pipistrellus</i> -Arten |
| Hsav = <i>Hypsugo savii</i> , Alpenfledermaus | Pkuh = <i>Pipistrellus kuhlii</i> , Weißrandfledermaus |
| Mbech = <i>Myotis bechsteinii</i> , Bechsteinfledermaus | Plaurit = <i>Plecotus auritus</i> , Braunes Langohr |
| Mdas = <i>Myotis dasycneme</i> , Teichfledermaus | Plaus = <i>Plecotus austriacus</i> , Graues Langohr |
| Mdaub = <i>Myotis daubentonii</i> , Wasserfledermaus | Plspec = <i>Plecotus</i> -Arten |
| Mmysbra = <i>Myotis mystacinus/brandtii</i> ,
Kleine / Große Bartfledermaus | Pnat = <i>Pipistrellus nathusii</i> , Rauhhauffledermaus |
| Mnat = <i>Myotis nattereri</i> , Fransenfledermaus | Ppip = <i>Pipistrellus pipistrellus</i> , Zwergfledermaus |
| Mschr = <i>Miniopterus schreibersii</i> , Langflügelfledermaus | Ppyg = <i>Pipistrellus pygmaeus</i> , Mückenfledermaus |
| Nlas = <i>Nyctalus lasiopterus</i> , Riesenabendsegler | Tten = <i>Tadarida teniotis</i> , Europ. Bulldogfledermaus |
| Nleis = <i>Nyctalus leisleri</i> , Kleiner Abendsegler | Vmur = <i>Vespertilio murinus</i> , Zweifarbfledermaus |
| | Chiro. spec. = Chiroptera-Arten |

Tabelle 2: Verhaltensweisen von Fledermäusen in Bezug auf Windenergieanlagen

Basierend auf dem Wissen und den Erfahrungen von IWG-Mitgliedern und Fundstellen in der Literatur.

Arten	Jagd nah an Habitatstrukturen	Wanderung oder großräumige Bewegungen	Hoher Flug (> 40 m)	Niedriger Flug	Max. Distanz (m) zum Ultraschall-Detektor (D980) (Daten von Michel Barataud)
<i>Rh. ferrumequinum</i>	X			X	10
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	X			X	5
<i>Rhinolophus euryale</i>	X			X	5
<i>Rhinolophus mehelyi</i>					
<i>Rhinolophus blasii</i>					
<i>Myotis myotis</i>		X	X	X	30
<i>Myotis blythii</i>		X	X	X	?
<i>Myotis punicus</i>					?
<i>Myotis daubentonii</i>	X		X	X	30
<i>Myotis emarginatus</i>	X	?	X	X	15
<i>Myotis nattereri</i>	X			X	20
<i>Myotis mystacinus</i>	X			X	15
<i>Myotis brandtii</i>	X		X	X	
<i>Myotis alcathoe</i>	X			X	20
<i>Myotis bechsteinii</i>	X			X	25
<i>Myotis dasycneme</i>		X	X	X	
<i>Myotis capaccinii</i>				X	
<i>Nyctalus noctula</i>		X	X		100
<i>Nyctalus leisleri</i>		X	X		60-80
<i>Nyctalus lasiopterus</i>		?	X		100
<i>Eptesicus nilssonii</i>			X		
<i>Eptesicus serotinus</i>		?	X		50
<i>Vespertilio murinus</i>		X	X		
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	X		X	X	30
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	X	X	X	X	?
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	X		X	X	30
<i>Pipistrellus nathusii</i>	X	X	X	X	30-40
<i>Hypsugo savii</i>	X		X	X	40-50
<i>Plecotus auritus</i>	X		X	X	30
<i>Plecotus austriacus</i>	X		X	X	30
<i>Plecotus macrobullaris</i>	?			X	30
<i>Plecotus kolombatovici</i>					
<i>Barbastella barbastellus</i>	x			x	30
<i>Miniopterus schreibersii</i>	?	x	x	x	30
<i>Tadarida teniotis</i>			x		150-200

Max. Distanz (m) zum Ultraschall-Detektor (D240) (Daten von Lothar Bach)	Evtl. gestört durch Turbinen-Ultraschallgeräusche	Angezogen vom Licht	Quartier in der Narbe	Nachgewiesener Verlust des Jagdhabitats	Risiko des Verlusts des Jagdhabitats	Nachgewiesene Kollision	Risiko einer Kollision
20						X	X
							X
20-30						X	X
15							
20							X
20						X	X
15*							
30						X	X
150	X	X	?		X	X	X
	X	X	?		X	X	X
	?				X	X	X
50		X				X	X
50	X	X		(X)		X	X
50		X			X	X	X
30	?	X				X	X
30	?	X				X	X
	?	X				X	X
30-40	?	X				X	X
	?	X				X	X
10*						X	X
10*						X	X
20							
		x				x	x
	x	x				x	x

(* = während der Jagd)

EUROBATS.MoP5.Record.Annex9

5. Tagung der Vertragsparteien

Ljubljana, Slowenien, 4.-6. September 2006

EntschlieÙung 5.6

Windräder und Fledermauspopulationen



Die Tagung der Vertragsparteien des Abkommens zur Erhaltung der europäischen Fledermauspopulationen (im Folgenden „Abkommen“),

in Anbetracht der Bedeutung, die der Windenergie bei der Umsetzung des Kyoto-Protokolls zur Verringerung der CO₂-Emissionen im Zusammenhang mit der Bekämpfung des Klimawandels zukommt;

unter Hinweis auf Resolution 2.2 „Kohärente Beobachtungsmethoden“, die die Annahme kohärenter Beobachtungsmethoden für Fledermäuse in ganz Europa empfiehlt;

unter Hinweis auf den Erhaltungs- und Managementplan des Abkommens für den Zeitraum 2003-2006, der die Bedeutung des Informationsaustausches und der Zusammenarbeit auf internationaler Ebene bei der Entwicklung von Beobachtungsstrategien für Fledermäuse anerkennt;

unter Hinweis schlieÙlich auf den Erhaltungs- und Managementplan des Abkommens für den Zeitraum 2003-2006, der die Erhaltung von Fledermaushabitaten in allen Fällen von Landbewirtschaftung und Bebauung anerkennt, insbesondere wenn Jagdgebiete oder zu Fledermausquartieren führende lineare Elemente betroffen sind;

in Anbetracht der vom Beratenden Ausschuss geleisteten Arbeit bei der Erarbeitung von Leitlinien für den Planungsprozess und für die Bewertung der Auswirkungen von Windrädern auf Fledermäuse auf europäischer Ebene;

in Anerkennung der Bedeutung, die standardisierten Methoden bei der Auswahl geeigneter Abwehr- und/oder VermeidungsmaÙnahmen zukommt;

in Anerkennung weiterhin der Notwendigkeit, Forschung durchzuführen,

fordert Vertragsparteien und Arealstaaten auf:

1. Aufklärung zu den potentiellen Auswirkungen von Windrädern auf Fledermauspopulationen zu leisten;
2. darüber aufzuklären, dass es auf lokaler, regionaler und nationaler Ebene für die Errichtung von Windrädern ungeeignete Habitate oder Standorte gibt;
3. Bewusstsein bei den Projektträgern von Windkraftanlagen für die Notwendigkeit unterstützender Forschung und Überwachung zu schaffen;
4. anzuerkennen, dass geeignete Methoden zur Bewertung von Fledermauswanderrouen entwickelt werden müssen;
5. geeignete nationale Leitlinien auf der Grundlage der aktuellen Version der allgemeinen Leitlinien in Anlage 1 zu entwickeln;
fordert den Beratenden Ausschuss auf:
6. in Zusammenarbeit mit dem Sekretariat die Veröffentlichung der allgemeinen Leitlinien sicherzustellen;
7. die allgemeinen Leitlinien auf dem neuesten Stand zu halten.